Serie TDS1000B und TDS2000B Digitalspeicher-Oszilloskop Benutzerhandbuch

Revision A

www.tektronix.com
071-1820-00

Tektronix

Tektronix-Kontaktinformationen

Tektronix, Inc.
14200 SW Karl Braun Drive
P.O. Box500
Beaverton, OR97077
USA

Informationen zu diesem Produkt und dessen Verkauf, zum Kundendienst sowie zum technischen Support:

- In Nordamerika rufen Sie die folgende Nummer an: 1-800-833-9200.
- Unter www.tektronix.com finden Sie die Ansprechpartner in Ihrer Nähe.

Garantie 18 – Lebenslange Garantie

Tektronix garantiert dem ursprünglichen Endbenutzer als Käufer ("ursprünglicher Käufer") des nachfolgend aufgeführten Produkts, dass das Produkt für die gesamte Lebensdauer des Produkts keine Material- und Qualitätsfehler aufweist. In der Bedeutung dieser Garantieverpflichtung ist die “Lebensdauer des Produkts” als ein Zeitraum definiert, der fünf (5) Jahre nach dem Produktionsende für das Produkt (gemäß Entscheidung von Tektronix) endet, wobei jedoch die Garantiezeit mindestens zehn (10) Jahre ab dem Kauf des Produkts durch den ursprünglichen Käufer von Tektronix oder einem Tektronix-Vertragshändler beträgt. Diese lebenslange Garantie gilt nur für den ursprünglichen Käufer. Sie ist nicht übertragbar. Im Fall eines Garantieanspruchs aus dieser lebenslangen Garantie muss der Käufer das Datum des Kaufs bei Tektronix oder einem Tektronix-Vertragshändler in angemessener Weise nachweisen sowie belegen, dass er wirklich der ursprüngliche Käufer ist. Wenn der ursprüngliche Käufer das Produkt innerhalb von drei (3) Jahren an einen Dritten verkauft oder sonstwie überträgt, endet die Garantiezeit drei (3) Jahre nach dem Kauf des Produkts durch den ursprünglichen Käufer bei Tektronix oder einem Tektronix-Vertragshändler. Tastköpfe und anderes Zubehör sowie Batterien und Sicherungen fallen nicht unter diese Garantie.

Wenn das Produkt innerhalb der jeweiligen Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, das fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder ein (von Tektronix bestimmtes) gleichwertiges Produkt als Ersatz für das defekte zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

In der nachfolgenden Bedeutung handelt es sich beim “Kunden” um diejenige natürliche oder juristische Person, die Rechte aus dieser Garantie geltend macht. Um mit dieser Garantie Kundendienstleistungen zu erhalten, muss der Kunde Tektronix vor Ablauf der jeweiligen Garantiezeit über den Fehler informieren und geeignete Vorkehrungen treffen, damit der Kundendienst geleistet werden kann. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an das Tektronix-Kundendienstzentrum verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein, und eine Kopie des Erwerbsnachweises durch den ursprünglichen Kunden muss beigelegt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse im gleichen Land wie das Tektronix Service Center befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie gilt nicht, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf Unfall, normalen Verschleiß mechanischer Bauteile, Einsatz außerhalb der in den technischen Daten vorgegebenen Grenzwerte, falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die

aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE ANSPRÜCHE AUS DER HANDELBARKEIT ODER DER EINSETZBARKEIT FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

Garantie 2

Tektronix garantiert, dass dieses Produkt für einen Zeitraum von einem (1) Jahr ab Versanddatum keine Fehler in Material und Verarbeitung aufweist. Wenn ein Produkt innerhalb dieser Garantiezeit Fehler aufweist, steht es Tektronix frei, dieses fehlerhafte Produkt kostenlos zu reparieren oder einen Ersatz für dieses fehlerhafte Produkt zur Verfügung zu stellen. Von Tektronix für Garantiezwecke verwendete Teile, Module und Ersatzprodukte können neu oder in ihrer Leistung neuwertig sein. Alle ersetzten Teile, Module und Produkte werden Eigentum von Tektronix.

Um mit dieser Garantie Kundendienst zu erhalten, muss der Kunde Tektronix über den Fehler vor Ablauf der Garantiezeit informieren und geeignete Vorkehrungen für die Durchführung des Kundendienstes treffen. Der Kunde ist für die Verpackung und den Versand des fehlerhaften Produkts an die Service-Stelle von Tektronix verantwortlich, die Versandgebühren müssen im Voraus bezahlt sein. Tektronix übernimmt die Kosten der Rücksendung des Produkts an den Kunden, wenn sich die Versandadresse innerhalb des Landes der Tektronix Service-Stelle befindet. Der Kunde übernimmt alle Versandkosten, Fracht- und Zollgebühren sowie sonstige Kosten für die Rücksendung des Produkts an eine andere Adresse.

Diese Garantie tritt nicht in Kraft, wenn Fehler, Versagen oder Schaden auf die falsche Verwendung oder unsachgemäße und falsche Wartung oder Pflege zurückzuführen sind. Tektronix muss keinen Kundendienst leisten, wenn a) ein Schaden behoben werden soll, der durch die Installation, Reparatur oder Wartung des Produkts von anderem Personal als Tektronix-Vertretern verursacht wurde; b) ein Schaden behoben werden soll, der auf die unsachgemäße Verwendung oder den Anschluss an inkompatible Geräte zurückzuführen ist; c) Schäden oder Fehler behoben werden sollen, die auf die Verwendung von Komponenten zurückzuführen sind, die nicht von Tektronix stammen; oder d) wenn ein Produkt gewartet werden soll, an dem Änderungen vorgenommen wurden oder das in andere Produkte integriert wurde, so dass dadurch die aufzuwendende Zeit für den Kundendienst oder die Schwierigkeit der Produktwartung erhöht wird.

DIESE GARANTIE WIRD VON TEKTRONIX FÜR DAS PRODUKT ANSTELLE ANDERER AUSDRÜCKLICHER ODER IMPLIZITER GARANTIEN GEGEBEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER SCHLIESSEN AUSDRÜCKLICH ALLE GARANTIEN HINSICHTLICH DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. FÜR TEKTRONIX BESTEHT DIE EINZIGE UND AUSSCHLIESSLICHE VERPFLICHTUNG DIESER GARANTIE DARIN, FEHLERHAFTE PRODUKTE FÜR DEN KUNDEN ZU REPARIEREN ODER ZU ERSETZEN. TEKTRONIX UND SEINE HÄNDLER ÜBERNEHMEN KEINERLEI HAFTUNG FÜR DIREKTE, INDIREKTE, BESONDERE UND FOLGESCHÄDEN, UNABHÄNGIG DAVON, OB TEKTRONIX ODER DER HÄNDLER VON DER MÖGLICHKEIT SOLCHER SCHÄDEN IM VORAUS UNTERRICHTET IST.

Inhalt

Allgemeine Sicherheitshinweise

Beachten Sie zum Schutz vor Verletzungen und zur Verhinderung von Schäden an diesem Gerät oder an damit verbundenen Geräten die folgenden Sicherheitshinweise.

Verwenden Sie dieses Gerät nur gemäß der Spezifikation, um jede mögliche Gefährdung auszuschließen.

Wartungsarbeiten sind nur von qualifiziertem Personal durchzuführen.

Verhütung von Bränden und Verletzungen

Verwenden Sie ein ordnungsgemäßes Netzkabel. Verwenden Sie nur das mit diesem Produkt ausgelieferte und für das Einsatzland zugelassene Netzkabel.

Schließen Sie das Gerät ordnungsgemäß an. Schließen Sie den Tastkopfausgang am Messgerät an, bevor Sie den Tastkopf mit dem Messpunkt verbinden. Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter an den Messpunkt an, bevor Sie den Tastkopfeingang anschließen. Trennen Sie den Anschluss des Tastkopfeingangs und den Tastkopf-Referenzleiter vom Messpunkt, bevor Sie den Tastkopf vom Messgerät trennen.

Erden Sie das Produkt. Das Gerät ist über den Netzkabelschutzleiter geerdet. Zur Verhinderung von Stromschlägen muss der Schutzleiter mit der Stromnetzerdung verbunden sein. Vergewissern Sie sich, dass eine geeignete Erdung besteht, bevor Sie Verbindungen zu den Eingangs- oder Ausgangsanschlüssen des Geräts herstellen.

Beachten Sie alle Angaben zu den Anschlüssen. Beachten Sie zur Verhütung von Bränden oder Stromschlägen die Kenndatenangaben und Kennzeichnungen am Gerät. Lesen Sie die entsprechenden Angaben im Gerätehandbuch, bevor Sie das Gerät anschließen.

Schließen Sie den Tastkopf-Referenzleiter nur an die Erdung an.

Geben Sie keine Spannung auf Klemmen (einschließlich Masseanschlussklemmen), die den maximalen Nennwert der Klemme überschreitet.

Trennen vom Stromnetz. Der Netzschalter trennt das Gerät von der Stromversorgung. Weitere Anweisungen zur Positionierung des

Schalters finden Sie in der Dokumentation. Blockieren Sie den Netzschalter nicht, da er für die Benutzer jederzeit zugänglich sein muss.

Schließen Sie die Abdeckungen. Nehmen Sie das Gerät nicht in Betrieb, wenn Abdeckungen oder Gehäuseteile entfernt sind.

Bei Verdacht auf Funktionsfehler nicht betreiben. Wenn Sie vermuten, dass das Gerät beschädigt ist, lassen Sie es von qualifiziertem Wartungspersonal überprüfen.

Vermeiden Sie offen liegende Kabel. Berühren Sie keine freiliegenden Anschlüsse oder Bauteile, wenn diese unter Spannung stehen.

Nicht bei hoher Feuchtigkeit oder Nässe betreiben.

Nicht in Arbeitsumgebung mit Explosionsgefahr betreiben.

Sorgen Sie für saubere und trockene Produktoberflächen.

Sorgen Sie für die richtige Kühlung. Weitere Informationen über die Gewährleistung einer ordnungsgemäßen Kühlung für das Produkt erhalten Sie im Handbuch.

Begriffe in diesem Handbuch

In diesem Handbuch werden die folgenden Begriffe verwendet:

WARNUNG. *Warnungen weisen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen hin, die eine Verletzungs- oder Lebensgefahr darstellen.*

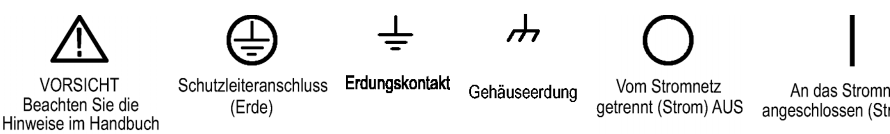
VORSICHT. *Vorsichtshinweise machen auf Bedingungen oder Verfahrensweisen aufmerksam, die zu Schäden am Gerät oder zu sonstigen Sachschäden führen können.*

Symbole und Begriffe am Gerät

Am Gerät sind eventuell die folgenden Begriffe zu sehen:

- GEFAHR weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die mit der entsprechenden Hinweisstelle unmittelbar in Verbindung steht.
- WARNUNG weist auf eine Verletzungsgefahr hin, die nicht unmittelbar mit der entsprechenden Hinweisstelle in Verbindung steht.
- VORSICHT weist auf mögliche Sach- oder Geräteschäden hin.

Am Gerät sind eventuell die folgenden Symbole zu sehen:



Umweltschutzhinweise

In diesem Abschnitt finden Sie Informationen zu den Auswirkungen des Produkts auf die Umwelt.

Vorgehen bei Produktauslauf

Beachten Sie beim Recycling eines Geräts oder einer Komponente die folgenden Richtlinien:

Geräterecycling. Zur Herstellung dieses Geräts werden natürliche Ressourcen verwendet. Das Gerät kann Substanzen enthalten, die bei unsachgemäßer Entsorgung nach Produktauslauf Umwelt- und Gesundheitsschäden hervorrufen können. Um eine solche Umweltbelastung zu vermeiden und den Verbrauch natürlicher Ressourcen zu verringern, empfehlen wir Ihnen, dieses Produkt über ein geeignetes Recyclingsystem zu entsorgen und so die Wiederverwendung bzw. das sachgemäße Recycling eines Großteils des Materials zu gewährleisten.

Das unten abgebildete Symbol kennzeichnet Produkte, die den Bestimmungen der Europäischen Union gemäß Richtlinie 2002/96/EC über Elektro- und Elektronik-Altgeräte entsprechen. Informationen zu Recyclingmöglichkeiten finden Sie im Abschnitt zu Support und Service auf der Tektronix-Website (www.tektronix.de).



Sicherheitshinweis zu quecksilberhaltigen Komponenten. Dieses Produkt ist mit einer quecksilberhaltigen LCD-Beleuchtung ausgestattet. Aufgrund von Umweltschutzbestimmungen ist die Entsorgung daher möglicherweise reglementiert. Einzelheiten zu den Entsorgungs- bzw. Recyclingbestimmungen erhalten Sie bei den zuständigen Behörden vor Ort oder innerhalb der Vereinigten Staaten von Electronics Industries Alliance (www.eiae.org).

Beschränkung von Gefahrenstoffen

Dieses Produkt wurde als Überwachungs- und Steuerungsgerät klassifiziert und unterliegt daher nicht dem Geltungsbereich der Richtlinie 2002/95/EC RoHS. Dieses Produkt enthält Blei, Cadmium, Quecksilber und sechswertiges Chrom.

Vorwort

Dieses Handbuch erläutert die Bedienung der Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B. Das Handbuch besteht aus folgenden Kapiteln:

- Das Kapitel *Erste Schritte* enthält eine kurze Beschreibung der Oszilloskopfunktionen sowie Hinweise zur Installation.
- Das Kapitel *Bedienungsgrundlagen* beschreibt Bedienungsprinzipien für Oszilloskope.
- Das Kapitel *Funktionsweise des Oszilloskops* erläutert die grundlegende Bedienung und Funktionsweise eines Oszilloskops: Einstellen des Oszilloskops, Triggern, Datenerfassung, Skalieren und Positionieren von Signalen sowie die Durchführung von Messungen.
- Das Kapitel *Anwendungsbeispiele* enthält Beispiele zur Lösung einer Vielzahl von Messproblemen.
- Im Kapitel *Math-FFT* wird die Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation) zum Umrechnen eines Zeitbereichssignals in seine Frequenzanteile (Spektrum) erläutert.
- Im Kapitel *USB-Flash-Laufwerk und -Geräteanschlüsse* wird die Verwendung eines USB-Flash-Laufwerksanschlusses und das Anschließen des Oszilloskop an Druckern und Computer über den USB-Geräteanschluss beschrieben.
- Im Kapitel *Referenz* werden die Auswahloptionen bzw. die für jede Option verfügbaren Werte beschrieben.
- Der *Anhang A: Spezifikationen* beinhaltet elektrische, umgebungsbedingte und physikalische Spezifikationen für das Oszilloskop und den Tastkopf P2220 sowie Zertifizierungen und Konformitätserklärungen.
- Der *Anhang B: Zubehör* enthält eine kurze Erläuterung des standardmäßigen sowie optionalen Zubehörs.
- Der *Anhang C: Reinigung* beschreibt die Wartung und Pflege des Oszilloskops.

- Der *Anhang D: Grundeinstellung* beinhaltet eine Liste der Menüs und Bedienelemente mit Grundeinstellungen (Werkseinstellungen), die durch Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG auf der Oszilloskop-Frontplatte abgerufen werden.
- Der *Anhang E: Schriftartlizenzen* stellt die Lizenzen für die Verwendung bestimmter asiatischer Schriftarten bereit.

Hilfesystem

Das Oszilloskop verfügt über ein Hilfesystem, in dem alle Oszilloskopfunktionen behandelt werden. Sie können das Hilfesystem zur Anzeige mehrerer Arten von Informationen verwenden:

- Allgemeine Informationen über Grundlagen und Verwendung des Oszilloskops, z. B. Verwendung des Menüsystems.
- Informationen über bestimmte Menüs und Bedienelemente wie beispielsweise die vertikale Positionseinstellung.
- Hinweise zu Problemen, die bei der Verwendung eines Oszilloskops gegebenenfalls auftreten, z. B. Verringerung von Störrauschen.

Sie haben mehrere Möglichkeiten, die gesuchten Informationen im Hilfesystem aufzufinden: über die kontextbezogene Hilfe, über Hyperlinks und über den Index.

Kontextbezogene Hilfe

Wenn die HILFE-Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, werden Informationen über das zuletzt auf dem Bildschirm angezeigte Menü aufgerufen. Während der Anzeige von Hilfethemen leuchtet eine LED neben dem Mehrfunktions-Drehknopf, um anzuzeigen, dass dieser aktiv ist. Umfasst das Hilfethema mehrere Seiten, gelangen Sie durch Drehen des Mehrfunktions-Drehknopfes zur jeweils nächsten Seite dieses Hilfethemas.

Hyperlinks

Die meisten Hilfethemen enthalten Begriffe in spitzen Klammern, z. B. <Autoset>. Sie sind mit anderen Themen verlinkt. Drehen Sie den

Mehrfunktions-Drehknopf, um von einem so markierten Link zum nächsten zu gelangen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das entsprechende Hilfethema zu dem markierten Link anzuzeigen. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder zum vorherigen Thema zurückzukehren.

Index

Drücken Sie zuerst die Taste HILFE auf dem Bedienfeld und anschließend die Optionstaste Index. Drücken Sie die Optionstaste Seite abwärts bzw. Seite aufwärts solange, bis Sie die Indexseite mit dem gesuchten Hilfethema gefunden haben. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um ein Hilfethema auszuwählen. Drücken Sie die Optionstaste Thema anzeigen, um das Hilfethema anzuzeigen.

HINWEIS. *Wenn der Hilfetext auf dem Bildschirm nicht mehr angezeigt werden soll und Sie wieder zur Signalanzeige zurückkehren möchten, drücken Sie die Optionstaste Beenden oder eine beliebige Taste.*

Firmware-Aktualisierungen über das Internet

Wenn eine neuere Version der Oszilloskop-Firmware verfügbar wird, können Sie Ihr Oszilloskop über das Internet und ein USB-Flash-Laufwerk aktualisieren. Falls Sie keinen Internet-Zugang haben, wenden Sie sich an Tektronix, um nähere Informationen zum Aktualisierungsverfahren zu erhalten.

Zur Aktualisierung der Firmware über das Internet verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM. ► System Status**, und notieren Sie sich die Firmware-Versionsnummer des Oszilloskops.
2. Greifen Sie von Ihrem Computer auf die Website www.tektronix.com zu, und überprüfen Sie, ob eine neuere Version der Oszilloskop-Firmware verfügbar ist.
3. Falls dies der Fall ist, laden Sie die Firmware-Datei von der Webseite herunter.

   Die heruntergeladene Datei muss ggf. entpackt werden.
4. Kopieren Sie die Firmware-Datei TDS1K2KB.TEK in das Stammverzeichnis des USB-Flash-Laufwerks.
5. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss an der Frontplatte des Oszilloskops ein.
6. Drücken Sie die Taste für die Option **DIENSTPGM. ► Datei Dienstprogr. ► - Weiter - Seite 2 von 2 ► Firmware aktualisieren**.

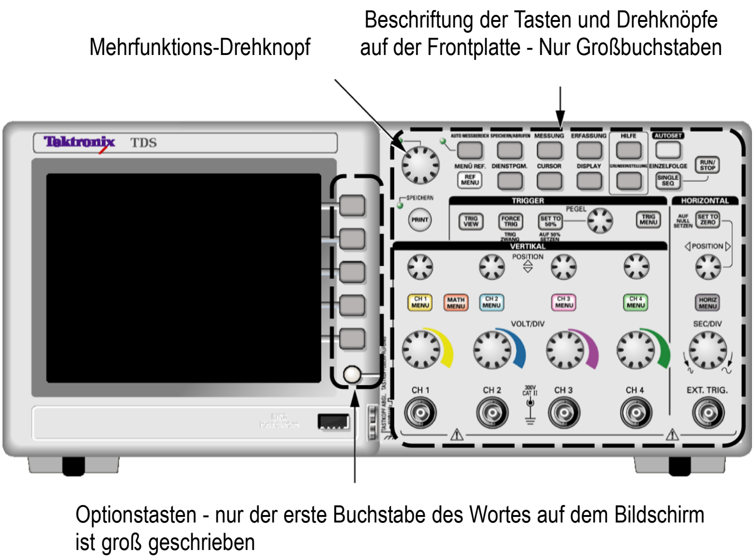
Die Aktualisierung der Firmware dauert einige Minuten.

Sobald die Firmware-Aktualisierung abgeschlossen ist, werden Sie vom Oszilloskop aufgefordert, eine Taste zu drücken. Vor dem Abschluss der Firmware-Aktualisierung dürfen Sie das USB-Flash-Laufwerk nicht entnehmen und das Oszilloskop nicht ausschalten!

Konventionen

In diesem Handbuch werden die folgenden Konventionen verwendet:

- Die Namen von Tasten, Drehknöpfen und Anschlüssen auf der Frontplatte des Oszilloskops werden vollständig in Großbuchstaben dargestellt. Beispiel: HILFE, PRINT.
- Bei Menüoptionen wird nur der Anfangsbuchstabe groß geschrieben. Beispiel: Spitzenwerterfassung, Zoombereich.



HINWEIS. *Die Optionstasten werden eventuell auch als Bildschirmtasten, Seitenmenü-Tasten, Rahmentasten oder Schaltflächen bezeichnet.*

- Durch das Begrenzungszeichen ► wird eine Tastendruckfolge in einzelne Schritte unterteilt. Beispielsweise bedeutet **DIENSTPGM. ► Optionen ► Datum und Uhrzeit einstellen**, dass Sie auf der Frontseite die Taste DIENSTPGM. drücken, danach die Optionstaste Optionen und zuletzt die Optionstaste Datum und Uhrzeit einstellen drücken. Manchmal müssen Sie eine Optionstaste mehrmals drücken, um die gewünschte Option auszuwählen.

Erste Schritte

Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B sind kleine, handliche und leichte Tischoszilloskope, die für massebezogene Messungen eingesetzt werden können.

Hier wird erläutert, wie Sie bei folgenden Aufgaben vorgehen müssen:

- Installation des Gerätes
- Durchführung eines kurzen Funktionstests
- Ausführung einer Tastkopfüberprüfung und Tastkopfkompensation
- Einstellen des Tastkopfabschwächungsfaktors
- Verwendung des Selbstkalibrierungsprogramms

HINWEIS. *Beim Einschalten des Oszilloskops können Sie eine Sprache auswählen, die auf dem Bildschirm angezeigt werden soll. Sie können eine Sprache auch jederzeit über den Zugriff auf die Option* ***DIENSTPGM. ► Sprache*** *auswählen.*

Allgemeine Funktionen

Die folgende Tabelle und Liste umfasst die allgemeinen Funktionen.

Modell	Kanäle	Bandbreite	Abtastrate	Anzeige
TDS1001B	2	40 MHz	500 MS/s	Monochrom
TDS1002B	2	60 MHz	1,0 GS/s	Monochrom
TDS1012B	2	100 MHz	1,0 GS/s	Monochrom
TDS2002B	2	60 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2004B	4	60 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2012B	2	100 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2014B	4	100 MHz	1,0 GS/s	Farbe
TDS2022B	2	200 MHz	2,0 GS/s	Farbe
TDS2024B	4	200 MHz	2,0 GS/s	Farbe

- Kontextbezogenes Hilfesystem
- Farb- oder Monochrom-LCD-Anzeige
- Auswählbare Bandbreitenbegrenzung 20 MHz
- Aufzeichnungslänge von 2500 Punkten für jeden Kanal
- Auto-Setup
- Automatische Bereichseinstellung
- Assistent für Tastkopfüberprüfung
- Einstellen und Speichern von Signalen
- USB-Flash-Laufwerksanschluss für die Dateispeicherung
- Direktes Drucken auf jedem PictBridge-kompatiblen Drucker
- PC-Kommunikation über den USB-Geräteanschluss mit OpenChoice-PC-Kommunikationssoftware
- Stellen Sie die Verbindung zum GPIB-Controller über den optionalen TEK-USB-488-Adapter her
- Cursor mit Messwertanzeige
- Triggerfrequenzanzeige
- Elf automatische Messungen
- Mittelwert- und Spitzenwerterfassung
- Zweifachzeitbasis
- Math-Funktionen: Operationen +, - und ×
- Mathematik Schnelle Fourier-Transformation (FFT)
- Impulsbreiten-Triggerfunktion
- Video-Triggerfunktion mit Triggerung nach Zeilenauswahl
- Externer Trigger
- Anzeige mit variablem Nachleuchten
- Benutzeroberfläche und Hilfethemen in zehn Sprachen

Installation

Netzkabel

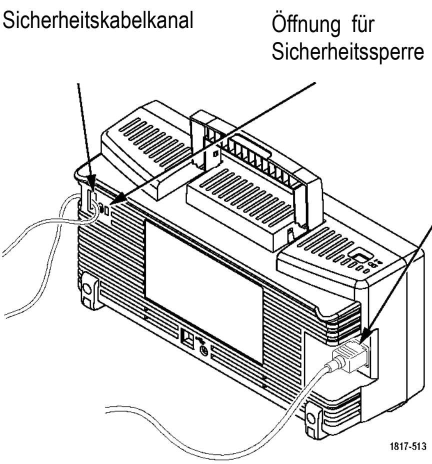
Verwenden Sie nur das mit dem Oszilloskop mitgelieferte Netzkabel. *Anhang B: Zubehör* enthält eine Auflistung des standardmäßigen und des optionalen Zubehörs.

Stromversorgung

Verwenden Sie eine Stromversorgung mit 90 bis 264 VAC_{RMS} und 45 bis 66 Hz. Falls Sie eine Stromversorgung mit 400 Hz nutzen, muss diese 90 bis 132 VAC_{eff} und 360 bis 440 Hz bereitstellen.

Sicherheitsschlaufe

Verwenden Sie eine standardmäßige Laptop-Computersicherheitssperre, oder führen Sie ein Sicherheitskabel durch den integrierten Kabelkanal, um das Oszilloskop am Aufstellungsort zu sichern.



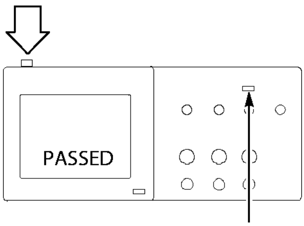
Kühlung

HINWEIS. *Das Oszilloskop wird durch Konvektion gekühlt. Halten Sie an den Seiten und oben einen Abstand von ca. 5 cm, um eine ausreichende Luftzirkulation zu gewährleisten.*

Funktionstest

Führen Sie diesen Funktionstest durch, um zu überprüfen, ob das Oszilloskop ordnungsgemäß funktioniert.

EIN/AUS-Taste



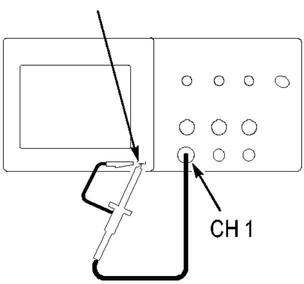
Taste GRUNDEINSTELLUNG

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.

   Drücken Sie die Taste **GRUNDEINSTELLUNG**.

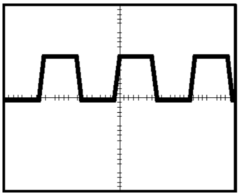
   Die standardmäßige Tastkopfabschwächungseinstellung beträgt 10fach.

TASTKOPF-ABGL



2. Stellen Sie den Schalter auf dem Tastkopf P2200 ebenfalls auf 10fach, und schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Hierzu richten Sie den Steckplatz des Tastkopfsteckers am Gegenstück des BNC-Steckers von CH 1 aus, stecken ihn ein und drehen ihn nach rechts, bis er einrastet.

   Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter an die TASTKOPF-ABGL.-Anschlüsse an.





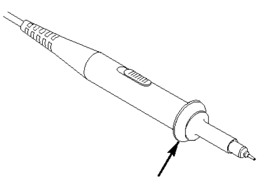
3. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**. Innerhalb weniger Sekunden wird auf der Anzeige ein Rechtecksignal mit ca. 5 V Spitze-zu-Spitze bei 1 kHz angezeigt.

   Drücken Sie die Taste CH 1 MENU auf dem vorderen Bedienfeld zweimal, um Kanal 1 zu entfernen. Drücken Sie die Taste CH 2 MENU, um Kanal 2 anzuzeigen, und wiederholen Sie die Schritte 2 und 3. Bei Oszilloskopen mit 4 Kanälen wiederholen Sie das Ganze für CH 3 und CH 4.

Tastkopfsicherheit

Überprüfen und beachten Sie ggf. vor dem Einsatz von Tastköpfen die Tastkopfnennwerte.

Eine Fingerschutzmanschette um das Tastkopfgehäuse P2220 herum schützt vor Stromschlag.


Fingerschutzmanschette

WARNUNG. *Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, halten Sie das Gerät immer am Tastkopfgehäuseschutz.*

Um einen Stromschlag bei der Verwendung des Tastkopfs zu vermeiden, berühren Sie keine Metallteile des Tastkopfs, wenn der Tastkopf in Betrieb ist.

Schließen Sie den Tastkopf an das Oszilloskop und die Erdungsklemme an die Erdung an, bevor Sie Messungen vornehmen.

Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung

Mit dem Assistenten für Tastkopfüberprüfung können Sie überprüfen, ob ein Spannungstastkopf ordnungsgemäß funktioniert. Stromtastköpfe werden vom Assistenten nicht unterstützt.

Der Assistent unterstützt Sie beim Anpassen der Kompensation für Spannungstastköpfe (normalerweise mit einer Schraube am Tastkopfkörper oder Tastkopfstecker) und beim Festlegen des Faktors für die Dämpfungsoption für jeden Kanal, z. B.in der Option **CH 1 MENU ► Tastkopf ► Spannung ► Teilung**.

Es empfiehlt sich, den Tastkopfüberprüfungsassistenten bei jedem Anschließen eines Spannungstastkopfes an einen Eingangskanal zu verwenden.

Zum Aufrufen des Tastkopfüberprüfungsassistenten drücken Sie die Taste **TASTKOPFÜBERPRÜFUNG**. Wenn der Spannungstastkopf richtig angeschlossen und ordnungsgemäß kompensiert wurde und im Menü VERTIKAL des Oszilloskops die richtige Dämpfungsoption eingestellt wurde, wird am unteren Bildschirmrand die Meldung IN ORNUNG angezeigt. Andernfalls werden auf dem Oszilloskop Hinweise zur Behebung der aufgetretenen Probleme angezeigt.

HINWEIS. *Der Tastkopfüberprüfungsassistent kann für 1fach-, 10fach-, 20fach-, 50fach- und 100fach-Tastköpfe verwendet werden. Er eignet sich jedoch nicht für 500fach- bzw. 1000fach-Tastköpfe oder Tastköpfe, die an den EXT TRIG BNC-Anschluss angeschlossen werden.*

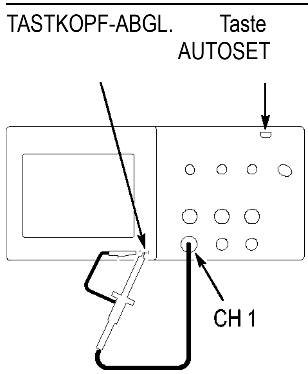
HINWEIS. *Nach Abschluss des Vorgangs stellt der Tastkopfüberprüfungsassistent die Einstellungen des Oszilloskops (mit Ausnahme der Option „Tastkopf“) in dem Zustand wieder her, in dem sie vor dem Drücken der Taste TASTKOPFÜBERPRÜFUNG vorlagen.*

Verfahren Sie zum Kompensieren eines Tastkopfes, der mit dem EXT TRIG-Eingang verwendet werden soll, wie folgt:

1. Schließen Sie den Tastkopf an einen beliebigen BNC-Eingangskanal-Stecker an, z. B. an CH 1.
2. Drücken Sie die Taste **TASTKOPFÜBERPRÜFUNG**, und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.
3. Nachdem Sie sich davon überzeugt haben, dass der Tastkopf ordnungsgemäß funktioniert und richtig kompensiert wurde, schließen Sie ihn an den EXT TRIG-BNC-Anschluss an.

Manuelle Tastkopfkompensation

Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung mithilfe des Assistenten können Sie diese Einstellung auch manuell vornehmen, um den Tastkopf mit dem Eingangskanal abzugleichen.



1. Drücken Sie die Taste für die Option **CH 1 MENU ▶ Tastkopf ▶ Spannung ▶ Teilung**, und wählen Sie **10X** aus. Stellen Sie den Schalter auf dem Tastkopf P2200 ebenfalls auf 10fach, und schließen Sie den Tastkopf an Kanal 1 des Oszilloskops an. Wenn Sie die Hakenspitze des Tastkopfs verwenden, stellen Sie einen ordnungsgemäßen Anschluss sicher, indem Sie die Spitze fest auf den Tastkopf stecken.
2. Schließen Sie die Tastkopfspitze an den ~5 V/1 kHz-TASTKOPF-ABGL.-Stecker und den Referenzleiter an den TASTKOPF-ABGL.-Gehäuseerdungsanschluss an. Zeigen Sie den Kanal an, und drücken Sie anschließend die Taste **AUTOSET**.



Überkompensiert

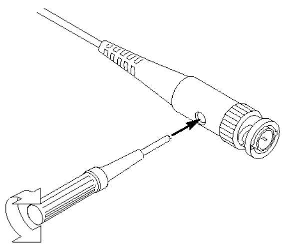


Unterkompensiert



Richtig kompensiert

3. Überprüfen Sie die Form des angezeigten Signals.



4. Ändern Sie, falls erforderlich, die Tastkopfeinstellung. Das Beispiel zeigt den Tastkopf P2220.

   Wiederholen Sie ggf. die oben beschriebenen Vorgänge.

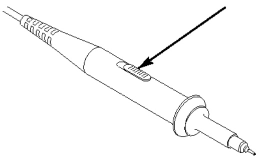
Tastkopfabschwächungseinstellung

Tastköpfe sind mit unterschiedlichen Abschwächungsfaktoren verfügbar, die sich auf die Vertikalskala des Signals auswirken. Mit dem Tastkopfüberprüfungsassistenten können Sie sicherstellen, dass der Dämpfungsfaktor im Oszilloskop der Dämpfung des Tastkopfes entspricht.

Als Alternative zur Tastkopfüberprüfung können Sie den entsprechenden Faktor für die Dämpfung des Tastkopfes auch manuell auswählen. Um z. B. einen auf 10fach festgelegten und an CH 1 angeschlossenen Tastkopf abzugleichen, drücken Sie die Option **CH 1 MENU ► Tastkopf ► Spannung ► Teilung**, und wählen Sie **10fach** aus.

HINWEIS. *Die Standardeinstellung der Dämpfungsoption ist 10fach.*

Wenn Sie den Dämpfungsschalter am Tastkopf P2220 verstellen, müssen Sie auch die Dämpfungsoption des Oszilloskops entsprechend ändern. Die Schaltereinstellungen lauten 1fach und 10fach.



HINWEIS. *Wird der Dämpfungsschalter auf 1fach gestellt, begrenzt der Tastkopf P2220 die Oszilloskopbandbreite auf 6 MHz. Um die volle Bandbreite des Oszilloskops zu verwenden, stellen Sie sicher, dass der Schalter auf 10fach gestellt ist.*

Stromtastkopf-Skalierung

An Stromtastköpfen liegt ein Spannungssignal an, das proportional zur Stromstärke ist. Sie müssen das Oszilloskop so einstellen, dass es der Skala des Stromtastkopfes entspricht. Die Standardskala ist 10 A/V.

Um z. B. die Skala für einen an CH 1 angeschlossenen Stromtastkopf festzulegen, drücken Sie die Option **CH 1 MENU ► Tastkopf ► Strom ► Skala**, und wählen Sie einen geeigneten Wert aus.

Selbstkalibrierung

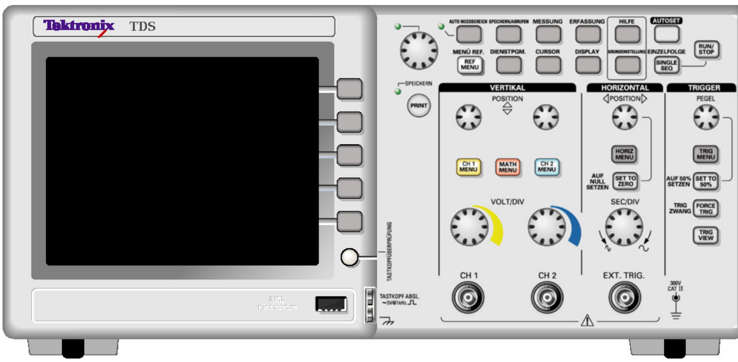
Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie den Signalpfad des Oszilloskops für eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Sie können die Routine jederzeit ausführen. Sie sollten sie jedoch immer dann ausführen, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5 °C (9 °F) oder mehr geändert hat. Die Routine benötigt ca. 2 Minuten.

Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, damit das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht.

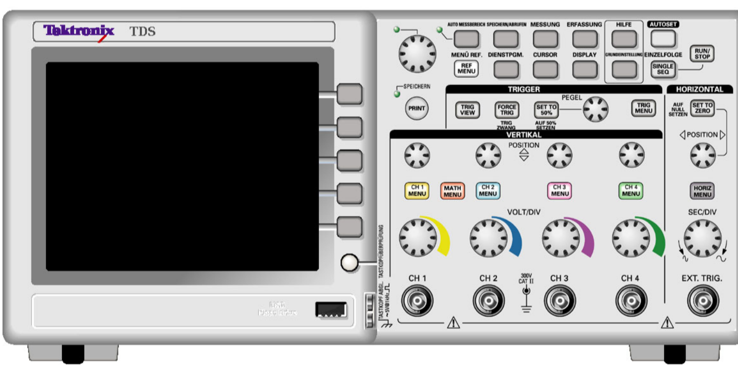
Zum Kompensieren des Signalpfades trennen Sie sämtliche Tastköpfe und Kabel von den Eingangssteckern. Rufen Sie anschließend die Option **DIENSTPGM. ► Selbst-Kalibr.** auf, und folgen Sie den Anweisungen auf dem Bildschirm.

Bedienungsgrundlagen

Das vordere Bedienfeld ist in benutzerfreundliche Funktionsbereiche unterteilt. Dieses Kapitel gibt Ihnen eine kurze Übersicht über die Bedienelemente des Oszilloskops und die auf dem Bildschirm angezeigten Informationen.



2-Kanal-Modell

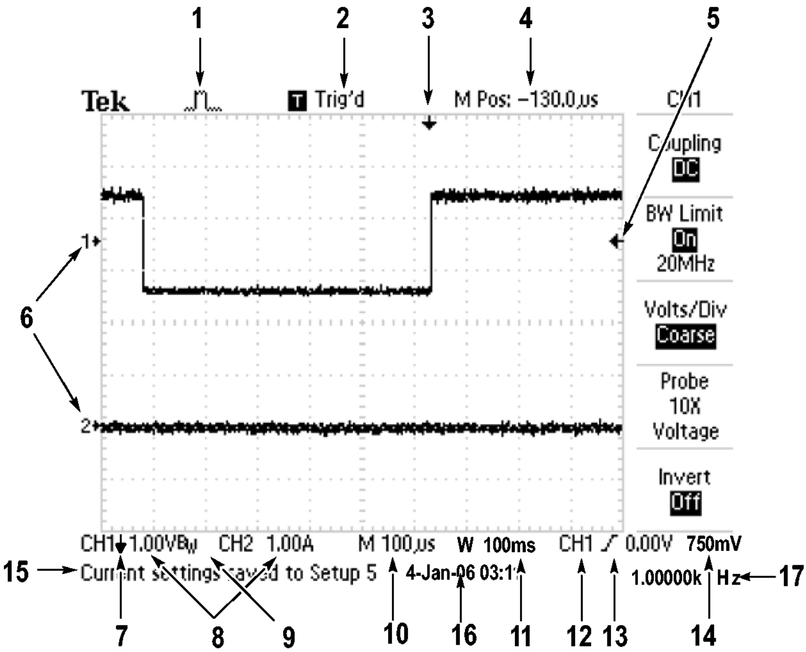


4-Kanal-Modell

Anzeigebereich

Zusätzlich zur Anzeige des Signals selbst enthält der Anzeigebereich eine Fülle von Details über das Signal sowie die Oszilloskopeinstellungen.

HINWEIS. *Einzelheiten zur Anzeige der FFT-Funktion,(Siehe Seite 73, Anzeige des FFT-Spektrums.)*



1. Das angezeigte Symbol steht für den Erfassungsmodus.


Normale Abtastung


Spitzenwert


Mittelwert

2. Der Triggerstatus weist auf Folgendes hin:

Armed.	Das Oszilloskop erfasst Vortriggerdaten. In diesem Zustand werden sämtliche Trigger ignoriert.
R Ready.	Alle Vortriggerdaten wurden erfasst, das Oszilloskop ist jetzt zur Triggererkennung bereit.
T Trig'd.	Das Oszilloskop hat einen Trigger erkannt und erfasst jetzt die Nachtriggerdaten.
Stop.	Das Oszilloskop hat die Erfassung der Signaldaten beendet.
Acq. Complete	Das Oszilloskop hat eine Einzelfolgeerfassung abgeschlossen.
R Auto.	Das Oszilloskop arbeitet im Automatikbetrieb und erfasst Signale in Abwesenheit von Triggern.
Scan.	Signaldaten werden im Abtastmodus vom Oszilloskop kontinuierlich erfasst und angezeigt.

3. Der Marker zeigt die horizontale Triggerposition an. Drehen Sie den Knopf POSITION im Feld HORIZONTAL, um die Position des Markers einzustellen.

4. In der Anzeige wird der Zeitpunkt an der Rastermitte angezeigt. Die Triggerzeit ist Null.

5. Der Marker zeigt den Flankentriggerpegel oder den Impulsbreiten-Triggerpegel an.

6. Bildschirmmarkierungen zeigen die erdbezogenen Messpunkte der angezeigten Signale an. Falls keine Markierung vorliegt, wird der Kanal nicht angezeigt.

7. Ein Pfeilsymbol weist darauf hin, dass das Signal invertiert wird.

8. Die vertikalen Skalenfaktoren der Kanäle werden angezeigt.

9. Das B_W-Symbol deutet darauf hin, dass die Bandbreite dieses Kanals begrenzt wurde.

10. Anzeige zeigt die Einstellung der Hauptzeitbasis an.

11. Anzeige zeigt die Einstellung für die Fensterzeitbasis an, wenn diese verwendet wird.

12. Anzeige zeigt die zur Triggerung verwendete Triggerquelle an.

13. Das Symbol steht für die jeweils ausgewählte Triggerart:

	Flankentrigger auf der steigenden Flanke.
	Flankentrigger auf der fallenden Flanke.
	Videotrigger auf der Zeilensynchronisation.
	Videotrigger auf der Halbbildsynchronisation.
	Impulsbreiten-Trigger, positive Polarität.
	Impulsbreiten-Trigger, negative Polarität.

14. Die Anzeige zeigt den Flankentriggerpegel oder den Impulsbreiten-Triggerpegel an.

15. Im Anzeigebereich erscheinen Meldungen, die Ihnen weiterhelfen sollen. Manche werden allerdings nur drei Sekunden lang angezeigt.

Wenn Sie ein gespeichertes Signal abrufen, werden Informationen zum Referenzsignal angezeigt, z. B. RefA 1,00 V 500 ms.

16. In der Anzeige werden Datum und Uhrzeit angezeigt.

17. Anzeige zeigt die Triggerfrequenz an.

Meldungsbereich

Am unteren Rand des Bildschirms des Oszilloskops befindet sich ein Meldungsbereich (siehe Listenpunkt 15 im vorherigen Abschnitt), in dem folgende hilfreiche Informationen ausgegeben werden:

- Anweisungen zum Aufrufen eines anderen Menüs, z. B. durch Drücken der Taste TRIG MENÜ:

  TRIGGER HOLDOFF im HORIZONTAL MENU

- Vorschläge, was Sie als Nächstes tun könnten, z. B. beim Drücken der Taste MESSUNG:

  Zum Ändern der Messung Bildschirmtaste drücken

- Informationen zu den vom Oszilloskop durchgeführten Aktionen, z. B. beim Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG:

  Grundeinstellung abgerufen

- Informationen zum Signal, z. B. beim Drücken der Taste AUTOSET:

  Rechtecksignal oder Impuls erkannt auf CH1

Verwenden des Menüsystems

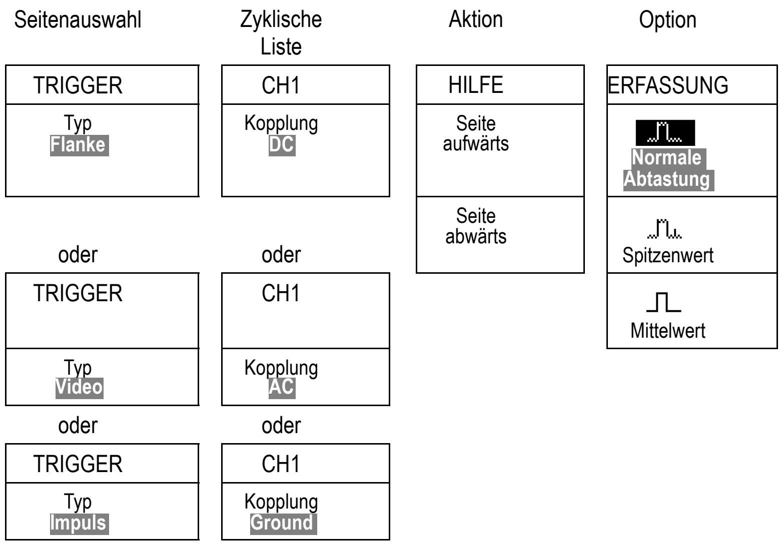
Dank der durchdachten Menüstruktur eröffnet die bedienerfreundliche Benutzeroberfläche der Oszilloskope leichten Zugriff auf Spezialfunktionen.

Wenn eine Taste auf der Frontplatte des Oszilloskops gedrückt wird, wird das entsprechende Menü auf der rechten Bildschirmseite angezeigt. Das Menü enthält die verfügbaren Optionen, die Sie durch Drücken der unbeschrifteten Optionstasten unmittelbar rechts neben dem Bildschirm aufrufen.

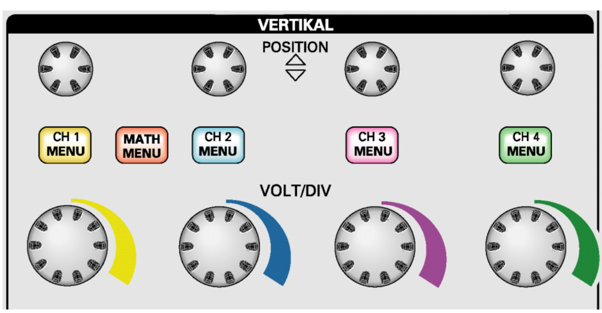
Es gibt verschiedene Möglichkeiten zur Anzeige der Menüoptionen auf dem Oszilloskop:

- Seitenauswahl (Untermenü): Bei einigen Menüs können Sie über die obere Optionstaste zwei oder drei Untermenüs aufrufen. Bei jedem Drücken der obersten Taste ändern sich die Optionen. Wenn Sie beispielsweise die oberste Taste im Menü TRIGGER betätigen, schaltet das Oszilloskop periodisch zwischen den Trigger-Untermenüs Flanke, Video und Impulsbreite um.
- Zyklische Liste: Der Parameter wird vom Oszilloskop jedes Mal auf einen anderen Wert eingestellt, wenn Sie die Optionstaste drücken. So können Sie beispielsweise die Taste CH 1 MENU und anschließend die obere Optionstaste drücken, um zwischen den Optionen für Vertikale (Kanal-) Kopplung zu wechseln.

  In einigen Listen kann zur Auswahl einer Option der Multifunktions-Drehknopf verwendet werden. In einer Hinweiszeile werden Sie darauf hingewiesen, wann der Multifunktions-Drehknopf verwendet werden kann, und es leuchtet eine LED neben dem Multifunktions-Drehknopf auf, wenn dieser aktiv ist. (Siehe Seite 20, *Menü- und Steuerungstasten*.)
- Aktion: Das Oszilloskop zeigt die Aktionsart an, die durch Drücken einer Aktionstaste aufgerufen wird. Wenn beispielsweise der Hilfeindex angezeigt und die Optionstaste Seite abwärts gedrückt wird, wird vom Oszilloskop sofort die nächste Seite mit Indexeinträgen angezeigt.
- Optionstasten: Für jede Option wird ein anderes Feld auf dem Oszilloskop verwendet. Die aktuell ausgewählte Option wird markiert. Beispiel: Wenn Sie die Menütaste ERFASSUNG drücken, zeigt das Oszilloskop die verschiedenen Optionen des Erfassungsmodus an. Um eine Option auszuwählen, drücken Sie einfach die gewünschte Taste.



Vertikale Bedienelemente



Alle Modelle, 4 Kanäle angezeigt

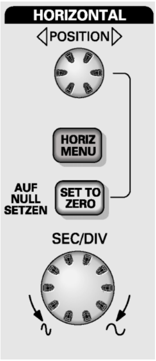
POSITION (CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4). Positioniert ein Signal vertikal.

CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4 MENU. Zeigt die Auswahl im Menü VERTIKAL an und schaltet die Anzeige des Kanalsignals ein und aus.

VOLTS/DIV (CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4). Dient zur Auswahl der kalibrierten Skalenfaktoren.

MATH MENU. Ruft das Menü für mathematische Signaloperationen auf und blendet die Anzeige des berechneten Signals ein oder aus.

Horizontale Bedienelemente



2-Kanal-Modell



4-Kanal-Modell

POSITION. Dient zur Einstellung der horizontalen Position aller Kanäle und berechneten Signale. Die Auflösung dieses Bedienelementes variiert je nach Zeitbasiseinstellung. (Siehe Seite 116, *Zoombereich*.)

HINWEIS. *Um die horizontale Position stark zu verändern, drehen Sie den SEC/DIV-Knopf auf einen größeren Wert, ändern die horizontale Position und drehen den SEC/DIV-Knopf anschließend wieder auf den vorherigen Wert zurück.*

HORIZ MENU. Ruft das horizontale Menü auf.

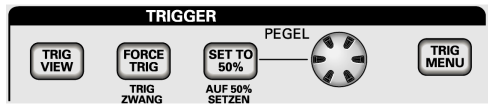
AUF NULL SETZEN. Setzt die Horizontalposition auf Null.

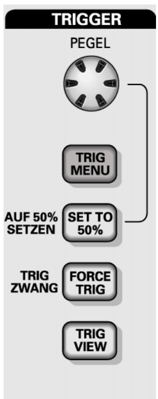
SEC/DIV. Dient zur Auswahl der horizontalen Skalenfaktors (Zeit/div) für die Haupt- oder Fensterzeitbasis. Wenn der Zoombereich

aktiviert ist, wird die Breite des Zoombereichs durch Änderung der Fensterzeitbasis geändert. (Siehe Seite 116, *Zoombereich*.)

Trigger-Bedienelemente

4-Kanal-Modell





2-Kanal-Modell

PEGEL. Bei Verwendung eines Flanken- oder Impulstriggers wird mit dem Drehknopf PEGEL die Amplitude festgelegt, die vom Signal für die Erfassung einer Kurve durchlaufen werden muss.

TRIG MENU. Ruft das Triggermenü auf.

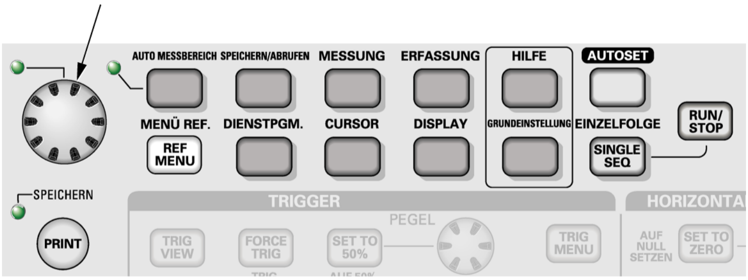
AUF 50% SETZEN. Der Triggerpegel wird auf den vertikalen Mittelpunkt zwischen den Spitzenwerten des Triggersignals gesetzt.

TRIG ZWANG. Schließt die Erfassung unabhängig davon ab, ob ein adäquates Triggersignal vorliegt oder nicht. Wenn die Erfassung bereits angehalten wurde, hat diese Taste keinerlei Auswirkungen.

TRIG VIEW. Wenn Sie die Taste TRIG VIEW gedrückt halten, wird statt des Kanalsignals das Triggersignal angezeigt. So können Sie beispielsweise feststellen, wie sich die Triggereinstellungen bei Triggerkopplung auf das Triggersignal auswirken.

Menü- und Steuerungstasten

Mehrfunktions-Drehknopf



Ausführliche Informationen über Menü- und Tastensteuerungen finden Sie im Kapitel *Referenz*.

Mehrfunktions-Drehknopf. Die Funktion wird durch das angezeigte Menü oder über die ausgewählte Menüoption bestimmt. Bei Aktivität leuchtet die benachbarte LED. In der nächsten Tabelle sind die Funktionen aufgeführt.

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopffunktion	Beschreibung
Cursor	Cursor 1 oder Cursor 2	Positioniert den ausgewählten Cursor
Anzeige	Kontrast anpassen	Ändert den Kontrast der Anzeige.
Hilfe	Bildlauf	Wählt Einträge im Index aus; wählt Links in einem Thema aus; ruft die nächste oder vorhergehende Seite eines Themas auf.
Horizontal	Holdoff	Legt die Zeitspanne fest, bevor ein anderes Triggerereignis akzeptiert werden kann;(Siehe Seite 136, *Holdoff*.)

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopffunktion	Beschreibung
Math	Position	Positioniert das berechnete Signal.
	Vertikale Skala	Ändert die Skala des berechneten Signals.
Messung	Typ	Wählt den Typ für die automatische Messung jeder Quelle aus.
Speichern/Abrufen	Aktion	Legt die Transaktion als Speichern oder Abrufen für Setup-Dateien, Signaldateien und Bildschirmdarstellungen fest.
	Datei auswählen	Dient zur Auswahl von Setup-, Signal- oder Bilddateien zum Speichern oder von Setup- und Signaldateien zum Abrufen.
Trigger	Quelle	Dient zur Auswahl der Quelle, wenn die Option Triggerart auf Flanke festgelegt ist
	Video-Zeilennummer	Dient zur Einstellung einer bestimmten Zeilennummer auf dem Oszilloskop, wenn die Triggerart auf Video und die Synchronisation auf Zeilennummer gestellt wurde.
	Impulsbreite	Dient zur Einstellung der Impulsbreite, wenn die Triggerart auf Impuls gesetzt ist.

Aktives Menü oder aktive Option	Drehknopffunktion	Beschreibung
Dienstpgm. ► Datei Dienstprogr.	Datei auswählen	Wählt Dateien zum Umbenennen oder Löschen aus; (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.).
	Namenseingabe	Benennt die Datei oder den Ordner um; (Siehe Seite 141, *Datei oder Verzeichnis umbenennen*.)
Dienstpgm. ► Optionen ► GPIB Einstellung ► Adresse	Werteingabe	Legt die GPIB-Adresse für den TEK-USB-488-Adapter fest
Dienstpgm. ► Optionen ► Datum und Uhrzeit einstellen	Werteingabe	Legt den Wert für Datum und Uhrzeit fest; (Siehe Seite 139, *Datum und Uhrzeit einstellen*.)
Vertikal ► Tastkopf ► Spannung ► Teilung	Werteingabe	Legt für ein Kanalmenü (z. B. CH 1 MENU) den Dämpfungsfaktor im Oszilloskop fest
Vertikal ► Tastkopf ► Strom ► Skala	Werteingabe	Legt für ein Kanalmenü (z. B. CH 1 MENU) die Skala im Oszilloskop fest

BEREICH. Zeigt das Menü Bereich an und aktiviert bzw. deaktiviert die Funktion zur automatischen Bereichseinstellung. Wenn die automatische Bereichseinstellung aktiv ist, leuchtet die benachbarte LED.

SPEICHERN/ABRUFEN. Ruft das Menü Speichern/Abrufen für Einstellungen und Signale auf.

MESSUNG. Ruft das Menü für automatische Messungen auf.

ERFASSUNG. Ruft das Menü Erfassung auf.

MENÜ REF. Ruft das Referenzmenü auf, um im nichtflüchtigen Speicher des Oszilloskops gespeicherte Referenzsignale schnell anzuzeigen und auszublenden.

DIENSTPGM. Ruft das Menü Dienstprogramm auf.

CURSOR. Ruft das Menü Cursor auf. Die Cursor werden auch nach Verlassen des Menüs Cursor angezeigt (es sei denn, die Cursor-Option wurde auf AUS gestellt), lassen sich aber nicht einstellen.

DISPLAY. Ruft das Menü Display auf.

HILFE. Ruft das Menü Hilfe auf.

GRUNDEINSTELLUNG. Ruft die werkseitige Einstellung ab.

AUTOSET. Das Oszilloskop wird automatisch so eingestellt, dass eine verwertbare Anzeige der Eingangssignale stattfindet.

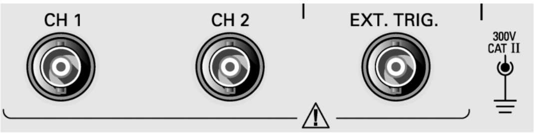
EINZELFOLGE. Das Oszilloskop erfasst ein einzelnes Signal und hält dann an.

RUN/STOP. Das Oszilloskop erfasst Signaldaten kontinuierlich oder hält die Erfassung an.

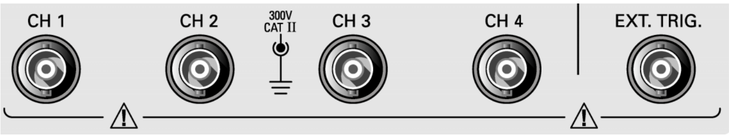
PRINT. Startet den Druckvorgang auf einem PictBridge-kompatiblen Drucker oder führt die Funktion SPEICHERN auf dem USB-Flash-Laufwerk aus.

SPEICHERN. Eine LED zeigt an, ob die Taste PRINT so konfiguriert wurde, dass Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk gespeichert werden.

Eingangsstecker



2-Kanal-Modell

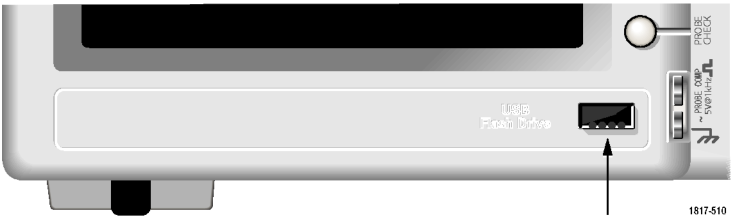


4-Kanal-Modell

CH 1, CH 2, CH 3 & CH 4. Eingangsstecker für die Signalanzeige.

EXT. TRIG. Eingangsstecker für eine externe Triggerquelle. Verwenden Sie das Menü TRIGGER, um die Triggerquelle Ext. oder Ext/5 auszuwählen. Drücken und halten Sie die Taste TRIG ANZEIGE, um feststellen, wie sich die Triggereinstellungen, z. B. bei Triggerkopplung, auf das Triggersignal auswirken.

Sonstige Elemente auf der Frontplatte



USB-Flash-Laufwerksanschluss

USB-Flash-Laufwerksanschluss. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk zum Speichern und Abrufen von Daten ein. Das Oszilloskop zeigt ein Uhrensymbol an, wenn das Flash-Laufwerk aktiv ist. Nach dem Speichern oder Abrufen einer Datei wird das Uhrensymbol auf dem Oszilloskop entfernt und eine Hinweiszeile angezeigt, um mitzuteilen, dass der Speicher- oder Abrufvorgang abgeschlossen ist.

Bei Flash-Laufwerken mit LED blinkt die LED, wenn Daten gespeichert oder vom Laufwerk abgerufen werden. Warten Sie mit dem Entfernen des Laufwerks, bis die LED nicht mehr blinkt.

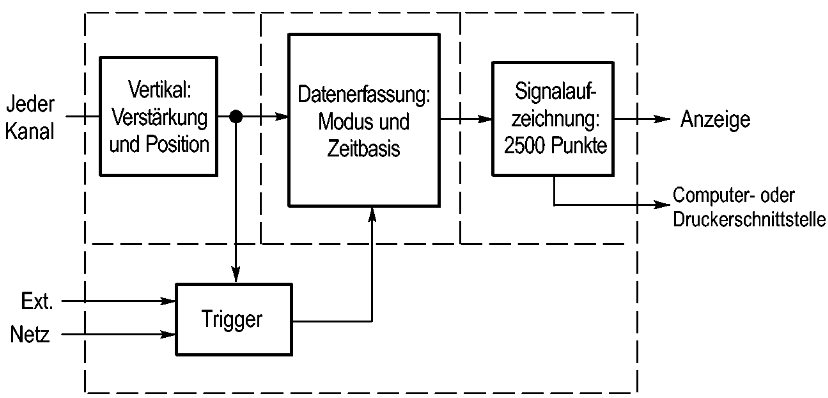
TASTKOPF-ABGL. Ausgang und Gehäuseerdung für die Spannungstastkopf-Kompensation. Wird verwendet, um den Spannungstastkopf mit der Eingangsschaltung des Oszilloskops abzugleichen. (Siehe Seite 6, *Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung*.) (Siehe Seite 8, *Manuelle Tastkopfkompensation*.)

Hintergrundwissen zur Funktionsweise von Oszilloskopen

In diesem Kapitel geht es um Grundlagen, die Sie vor der Verwendung eines Oszilloskops kennen sollten. Zur effizienten Bedienung des Oszilloskops müssen Sie sich mit den folgenden Funktionen vertraut machen:

- Einstellung des Oszilloskops
- Triggerung
- Signalerfassung
- Skalierung und Positionierung von Signalen
- Messung von Signalen

Die Abbildung unten zeigt ein Blockschaltbild der verschiedenen Oszilloskopfunktionen und deren Bezug zueinander.



Einstellen des Oszilloskops

Machen Sie sich zunächst mit den unterschiedlichen Funktionen vertraut, die Sie bei der Bedienung des Oszilloskops sicherlich am häufigsten verwenden: Auto-Setup, automatische Bereichseinstellung, Speichern und Abrufen eines Setups.

Verwendung von Auto-Setup

Mit jedem Drücken der Taste AUTOSET ruft die Funktion Autoset eine stabile Signalanzeige für Sie ab. Hierbei werden die vertikale und horizontale Skalierung sowie die Trigger automatisch eingestellt. Beim Auto-Setup werden je nach Signalart auch einige automatische Messungen im Rasterbereich angezeigt.

Verwenden der automatischen Bereichseinstellung

Die automatische Bereichseinstellung ist eine kontinuierliche Funktion, die aktiviert und deaktiviert werden kann. Mit der Funktion werden Einstellungswerte zum Verfolgen eines Signals eingestellt, wenn dieses große Änderungen aufweist oder wenn der Tastkopf physisch an einen anderen Punkt verschoben wird.

Speichern eines Setups

Das aktuelle Setup wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes fünf Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Im Menü SPEICHERN/ABRUFEN können Sie bis zu zehn verschiedene Setups abspeichern.

Sie können Setups auch auf ein USB-Flash-Laufwerk speichern. Das Oszilloskop enthält einen entnehmbaren Massenspeicher in Form eines USB-Flash-Laufwerks für das Speichern und Abrufen von Daten. (Siehe Seite 81, *USB-Flash-Laufwerksanschluss*.)

Abrufen eines Setups

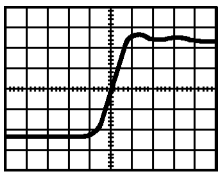
Das Oszilloskop kann das vor dem Ausschalten des Geräts zuletzt verwendete Setup, beliebige gespeicherte Setups oder die Grundeinstellung abrufen. (Siehe Seite 122, *Speichern/Abrufen*.)

Grundeinstellung

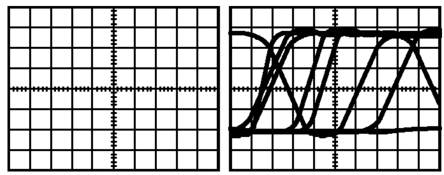
Bei der Lieferung ab Werk ist das Oszilloskop auf normalen Betrieb eingestellt. Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung. Zum Abrufen dieser Einstellung drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG. Hinweise zur Anzeige der Grundeinstellungen finden Sie in *Anhang D. Grundeinstellung*.

Triggerung

Über den Trigger wird festgelegt, wann das Oszilloskop mit der Datenerfassung und Signalanzeige beginnt. Bei richtiger Einstellung des Triggers wandelt das Oszilloskop instabile Anzeigen oder leere Bildschirme in sinnvolle Signale um.



Getriggertes Signal



Ungetriggerte Signale

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 19, *Trigger-Bedienelemente*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 129, *Trigger-Bedienelemente*.)

Wenn Sie die Taste RUN/STOP oder die Taste EINZELFOLGE drücken, um die Erfassung zu starten, geschieht auf dem Oszilloskop Folgendes:

1. Es werden genügend Daten erfasst, um den Teil der Signalaufzeichnung links vom Triggerpunkt auszufüllen. Dies wird als Vortrigger bezeichnet.
2. Es werden fortlaufend Daten erfasst, während das Oszilloskop auf das Auftreten der Triggerbedingung wartet.
3. Die Triggerbedingung wird erkannt.
4. Es werden weiterhin Daten erfasst, bis die Signalaufzeichnung abgeschlossen ist.
5. Das neu erfasste Signal wird angezeigt.

HINWEIS. *Zum Ermitteln der Triggerfrequenz wird vom Oszilloskop bei Flanken- und Impulstriggern die Rate gezählt, in der Triggerereignisse auftreten. Das Oszilloskop zeigt die Frequenz unten rechts auf dem Bildschirm an.*

Quelle

Die Option Trigger-Quelle wird benutzt, um das Signal auszuwählen, das das Oszilloskop als Trigger verwendet. Die Quelle kann das Wechselstromleitung (nur bei Flankentriggern verfügbar) oder ein beliebiges Signal sein, das über den Kanal-BNC-Stecker oder über den EXT TRIG-BNC-Stecker eingespeist wird.

Arten

Das Oszilloskop verfügt über drei Triggerarten: Flanke, Video und Impulsbreite.

Modi

Sie können den Triggermodus Auto oder Normal auswählen, um festzulegen, wie Daten vom Oszilloskop erfasst werden, wenn keine Triggerbedingung erkannt wird. (Siehe Seite 130, *Verfügbare Modi*.)

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste EINZELFOLGE.

Kopplung

Mit der Option Triggerkopplung können Sie bestimmen, welcher Signalteil zur Triggerschaltung geleitet werden soll. Auf diese Weise lässt sich das Signal stabiler anzeigen.

Zur Verwendung der Triggerkopplung drücken Sie die Taste TRIG MENU und wählen einen Flanken- oder Impulstrigger sowie eine Kopplungsoption aus.

HINWEIS. *Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das in das Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.*

Um das konditionierte Signal anzuzeigen, das zur Triggerschaltung geleitet wird, halten Sie die Taste TRIG VIEW gedrückt.

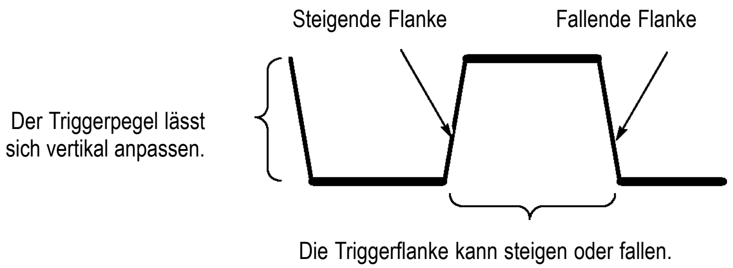
Position

Mi dem Bedienelement für die horizontale Position wird die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte festgelegt. Nähere Informationen über dieses Bedienelement zur Triggerpositionierung finden Sie unter *Horizontalskala und Position;*

Vortriggerinformationen. (Siehe Seite 33, *Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen*.)

Flanke und Pegel

Die Bedienelemente Flanke und Pegel helfen bei der Triggerdefinition. Mit der Option Flanke (nur bei Flankentriggern verfügbar) wird festgelegt, ob der Triggerpunkt auf der steigenden oder abfallenden Flanke liegen soll. Über den Drehknopf TRIGGER PEGEL wird eingestellt, wo der Triggerpunkt auf der Flanke auftritt.



Signalerfassung

Bei der Signalerfassung wird das Signal vom Oszilloskop digitalisiert und als Kurvenzug angezeigt. Im Erfassungsmodus ist festgelegt, auf welche Weise das Signal digitalisiert wird. Die Einstellung der Zeitbasis beeinflusst die Zeitdauer und Detailgenauigkeit der Erfassung.

Erfassungsmodi

Es gibt drei Erfassungsmodi: Normale Abtastung, Spitzenwert und Mittelwert.

Abtastwert. Bei diesem Erfassungsmodus wird das Signal vom Oszilloskop in regelmäßigen Zeitabständen abgetastet und als Kurvenzug dargestellt. In diesem Modus werden Signale meistens sehr präzise wiedergegeben.

In diesem Modus werden jedoch keine schnellen Signalschwankungen erfasst, die zwischen den einzelnen Abtastungen auftreten können. Dies kann zu Aliasing führen, sodass schmale Impulse möglicherweise nicht vom Oszilloskop erfasst werden. In diesem Fall sollten Sie den

Spitzenwerterfassungsmodus zur Erfassung der Daten verwenden. (Siehe Seite 33, *Zeitbereichs-Aliasing*.)

Spitzenwerterfassung. Bei diesem Erfassungsmodus zeichnet das Oszilloskop die höchsten und niedrigsten Werte des Eingangssignals in jedem Abtastintervall auf und stellt sie als Kurvenzug dar. Auf diese Weise kann das Oszilloskop schmale Impulse erfassen und anzeigen, die im Abtastmodus womöglich gar nicht entdeckt worden wären. Störrauschen tritt in diesem Modus stärker in Erscheinung.

Mittelwert. In diesem Modus erfasst das Oszilloskop mehrere Signale, bildet daraus einen Mittelwert und zeigt das daraus resultierende Signal an. In diesem Modus lässt sich unkorreliertes Rauschen reduzieren.

Zeitbasis

Das Oszilloskop digitalisiert Signale, indem es den Wert eines Eingangssignals an einzelnen Punkten erfasst. Anhand der Zeitbasis lässt sich festlegen, wie oft die Werte digitalisiert werden.

Zur Einstellung der Zeitbasis auf eine für Ihre Zwecke geeignete Horizontalskala verwenden Sie den Drehknopf SEC/DIV.

Skalierung und Positionierung von Signalen

Sie können die Anzeige von Signalen ändern, indem Sie deren Skalierung und Position ändern. Wenn Sie die Skalierung ändern, wird das Signal größer oder kleiner angezeigt. Wenn Sie die Position ändern, wird das Signal nach oben, unten, rechts oder links verschoben.

Anhand der Kanalanzeige im linken Teil des Rasters wird jedes Signal auf der Anzeige identifiziert. Die Anzeige zeigt auf die Masse (den Referenzpegel) der Signalaufzeichnung.

Sie können den Anzeigebereich und die Messwertanzeigen ablesen. (Siehe Seite 11, *Anzeigebereich*.)

Vertikalskala und Position

Sie können die vertikale Position von Signalen ändern, indem Sie die Signale in der Anzeige nach oben oder unten verschieben. Zum Datenvergleich können zwei Signale als Überlagerung oder übereinander dargestellt werden.

Sie können die Vertikalskala eines Signals verändern. Dabei wird die Signalanzeige bezüglich der Masse (des Bezugspegels) reduziert bzw. erweitert.

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 17, *Vertikale Bedienelemente*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach. (Siehe Seite 142, *Vertikale Bedienelemente*.)

Horizontalskala und Position; Vortriggerinformationen

Über den Drehknopf POSITION im Bereich HORIZONTAL lässt sich einstellen, ob Signaldaten vor oder nach dem Trigger bzw. an beliebigen dazwischen liegenden Stellen angezeigt werden. Wenn Sie die horizontale Position eines Signals ändern, ändern Sie eigentlich die Zeit zwischen dem Trigger und der Bildschirmmitte. (Dadurch erscheint das Signal auf der Anzeige nach rechts oder links verschoben.)

Beispiel: Sie möchten die Ursache für einen Glitch in Ihrer Messschaltung ermitteln. Hierzu könnten Sie auf den Glitch triggern und den Vortrigger-Zeitraum vergrößern, um Daten vor dem Glitch zu erfassen. Anschließend analysieren Sie die Vortriggerdaten und kommen den Ursachen für den Glitch so womöglich auf die Spur.

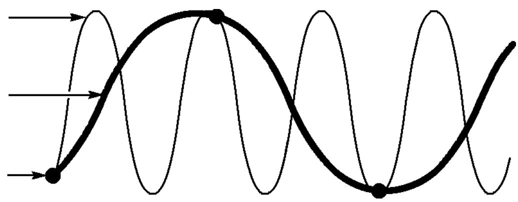
Durch Drehen des SEC/DIV-Knopfes ändern Sie die Horizontalskala aller Signale. Beispiel: Sie wollen nur einen einzigen Zyklus eines Signals anzeigen, um das Überschwingen auf der steigenden Flanke zu messen.

Das Oszilloskop zeigt die Horizontalskala als Zeit pro Skalenteil in der Skalenanzeige an. Da alle aktiven Signale dieselbe Zeitbasis verwenden, zeigt das Oszilloskop nur einen Wert für alle aktiven Kanäle an, es sei denn, Sie verwenden den Zoombereich. Informationen zur Verwendung der Fensterfunktion finden Sie im *Zoombereich*. (Siehe Seite 116, *Zoombereich*.)

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Bedienungsgrundlagen*. (Siehe Seite 18, *POSITION*.) Lesen Sie auch im Kapitel *Referenz* nach.(Siehe Seite 114, *Horizontal*.)

Zeitbereichs-Aliasing. Aliasing tritt dann auf, wenn das Oszilloskop das Signal nicht schnell genug abtastet, um eine genaue Signalaufzeichnung darzustellen. In diesem Fall zeigt das Oszilloskop ein Signal mit einer

niedrigeren Frequenz an als das tatsächliche Eingangssignal oder zeigt trotz Triggerung ein instabiles Signal an.



Das Oszilloskop stellt Signale präzise dar, wird jedoch durch die Bandbreite des Tastkopfs, die Bandbreite des Oszilloskops sowie die Abtastrate eingeschränkt. Zur Vermeidung von Aliasing muss das Oszilloskop das Signal mehr als doppelt so schnell abtasten wie die höchste Frequenzkomponente des Signals.

Die höchste Frequenz, die die Oszilloskop-Abtastrate theoretisch darstellen kann, wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Die Abtastrate wird als Nyquist-Rate bezeichnet und beträgt das Doppelte der Nyquist-Frequenz.

Die maximalen Abtastraten des Oszilloskops betragen mindestens das Zehnfache der Bandbreite. Dank dieser hohen Abtastraten wird die Möglichkeit für Aliasing deutlich verringert.

Es gibt verschiedene Verfahren, Aliasing zu erkennen:

- Drehen Sie den Knopf SEC/DIV, um die Horizontalskala zu verändern. Wenn die Signalform sich drastisch verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wählen Sie den Spitzenwert-Erfassungsmodus aus. (Siehe Seite 32, *Spitzenwerterfassung*.)Bei diesem Modus werden die höchsten und niedrigsten Werte abgetastet, sodass das Oszilloskop schnellere Signale erkennen kann. Wenn die Signalform sich stark verändert, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.
- Wenn die Triggerfrequenz höher ist als die Daten auf der Anzeige, liegt womöglich Aliasing oder ein Signal vor, das den Triggerpegel mehrfach schneidet. Durch eine Analyse des Signals können Sie feststellen, ob die Signalform eine einzelne Triggerdurchschreitung pro Zyklus auf dem ausgewählten Triggerpegel zulässt.

Ist das Auftreten mehrfacher Trigger wahrscheinlich, dann wählen Sie einen Triggerpegel aus, der nur einen einzigen Trigger pro Zyklus erzeugt. Wenn die Triggerfrequenz nach wie vor höher ist als vom Display angezeigt, kann dies ein Hinweis auf Aliasing sein.

Ist die Triggerfrequenz dagegen langsamer, ist dieser Test nicht sinnvoll.

- Wenn das angezeigte Signal auch die Triggerquelle ist, verwenden Sie das Raster oder die Cursor, um die Frequenz des angezeigten Signals zu schätzen. Vergleichen Sie diese Frequenz mit der in der unteren rechten Bildschirmecke angezeigten Triggerfrequenz. Falls sie sich um einen großen Betrag voneinander unterscheiden, liegt wahrscheinlich Aliasing vor.

In der folgenden Tabelle sind die Zeitbasiseinstellungen aufgeführt, die zur Vermeidung von Aliasing bei verschiedenen Frequenzen und der entsprechenden Abtastrate festgelegt werden sollten. Bei der schnellsten SEC/DIV-Einstellung tritt Aliasing aufgrund der Bandbreitenbegrenzungen der Eingangsverstärker des Oszilloskops wahrscheinlich nicht auf.

Einstellungen zur Vermeidung von Aliasing im Abtastmodus

Zeitbasis	Samples pro Sekunde	Maximale
2,5 ns	2 GS/s	200,0 MHz †
5,0 bis 250,0 ns	1 GS/s oder 2 GS/s *	200,0 MHz †
500,0 ns	500,0 MS/s	200,0 MHz †
1,0 ms	250,0 MS/s	125,0 MHz †
2,5 ms	100,0 MS/s	50,0 MHz †
5,0 ms	50,0 MS/s	25,0 MHz †
10,0 ms	25,0 MS/s	12,5 MHz †
25,0 ms	10,0 MS/s	5,0 MHz
50,0 ms	5,0 MS/s	2,5 MHz
100,0 ms	2,5 MS/s	1,25 MHz
250,0 ms	1,0 MS/s	500,0 kHz
500,0 ms	500,0 kS/s	250,0 kHz
1,0 ms	250,0 kS/s	125,0 kHz
2,5 ms	100,0 kS/s	50,0 kHz
5,0 ms	50,0 kS/s	25,0 kHz
10,0 ms	25,0 kS/s	12,5 kHz
25,0 ms	10,0 kS/s	5,0 kHz
50,0 ms	5,0 kS/s	2,5 kHz
100,0 ms	2,5 kS/s	1,25 kHz
250,0 ms	1,0 kS/s	500,0 Hz
500,0 ms	500,0 S/s	250,0 Hz
1,0 s	250,0 S/s	125,0 Hz
2,5 s	100,0 S/s	50,0 Hz
5,0 s	50,0 S/s	25,0 Hz
10,0 s	25,0 S/s	12,5 Hz
25,0 s	10,0 S/s	5,0 Hz
50,0 s	5,0 S/s	2,5 Hz

* Je nach Oszilloskopmodell.

† Bei einem auf 1fach eingestellten Tastkopf P2220 verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.

Durchführen von Messungen

Das Oszilloskop stellt Signale als Spannung über der Zeit dar und hilft Ihnen beim Messen des angezeigten Signals.

Es gibt verschiedene Arten, eine Messung vorzunehmen. Hierzu können das Raster, die Cursor oder eine automatische Messung eingesetzt werden.

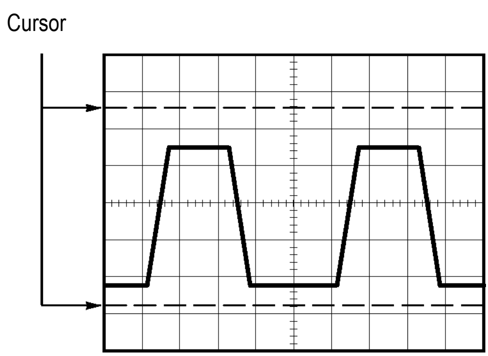
Raster

Mit dieser Methode können Sie eine schnelle visuelle Schätzung vornehmen. Sie können sich beispielsweise die Amplitude eines Signals ansehen und feststellen, dass sie knapp über 100 mV liegt.

Sie können einfache Messungen vornehmen, indem Sie die größten und kleinsten betroffenen Rasterteilungen abzählen und mit dem Skalenfaktor multiplizieren.

Wenn beispielsweise fünf größere vertikale Rasterteilungen zwischen dem Mindest- und Höchstwert eines Signals liegen und der Skalenfaktor 100 mV pro Skalenteil beträgt, können Sie die Spitze-Spitze-Spannung ganz einfach wie folgt berechnen:

5 Skalenteile x 100 mV/Skalenteil = 500 mV



Cursor

Bei diesem Verfahren werden Messungen durch Verschieben der Cursor vorgenommen, die immer paarweise auftreten. Die numerischen Cursor-Werte lassen sich dabei auf der Messwertanzeige ablesen. Man unterscheidet zwei Cursor-Arten: Amplitude und Zeit.

Achten Sie bei Verwendung der Cursor darauf, die Quelle auf das am Bildschirm angezeigte Signal einzustellen, das gemessen werden soll.

Zur Aktivierung der Cursor drücken Sie die Taste CURSOR.

Amplituden-Cursor. Amplituden-Cursor erscheinen als horizontale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der vertikalen Parameter. Amplituden werden in Bezug auf den Referenzpegel gemessen. Für die Math-FFT-Funktion messen diese Cursor den Betrag.

Zeit-Cursor. Zeit-Cursor erscheinen als vertikale Linien auf der Anzeige und dienen zur Messung der horizontalen und der vertikalen Parameter. Zeiten werden auf den Triggerpunkt bezogen. Für die Math-FFT-Funktion messen diese Cursor die Frequenz.

Zeit-Cursor enthalten auch eine Messwertanzeige der Signalamplitude an dem Punkt, an dem das Signal den Cursor durchläuft.

Automatische

Im Menü MESSUNG können bis zu 5 automatische Messungen vorgenommen werden. Wenn Sie automatische Messungen durchführen, nimmt Ihnen das Oszilloskop sämtliche Berechnungen ab. Da hierbei die Signalaufzeichnungspunkte verwendet werden, sind diese Messungen genauer als die Raster- oder Cursor-Messungen.

Bei automatischen Messungen werden die Messergebnisse als Messwertanzeigen präsentiert. Die angezeigten Messwerte werden laufend aktualisiert, sobald das Oszilloskop neue Daten erfasst.

Beschreibungen zu den Messungen finden Sie im Kapitel *Referenz*. (Siehe Seite 119, *Durchführen von Messungen*.)

Anwendungsbeispiele

Dieses Kapitel befasst sich mit einer Reihe von Anwendungsbeispielen. Mit diesen vereinfachten Beispielen sollen die Oszilloskopfunktionen erläutert und Ihnen Ideen vermittelt werden, um eigene Lösungen für Messaufgaben zu finden.

- Durchführen einfacher Messungen

  Verwendung von Auto-Setup

  Durchführen automatischer Messungen mithilfe des Menüs Messung

  Messung zweier Signale und Berechnung der Verstärkung

- Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung
- Durchführen von Cursor-Messungen

  Messung der Schwingungsfrequenz und der Schwingungsamplitude

  Messung der Impulsbreite

  Messung der Anstiegszeit

- Analyse von Signaldetails

  Analyse von Störsignalen

  Verwendung der Mittelwertfunktion zur Trennung eines Signals vom Störrauschen

- Erfassung eines Einzelschusssignals

  Optimieren der Erfassung

- Messung der Laufzeitverzögerung
- Triggerung auf eine Impulsbreite
- Triggerung auf ein Videosignal

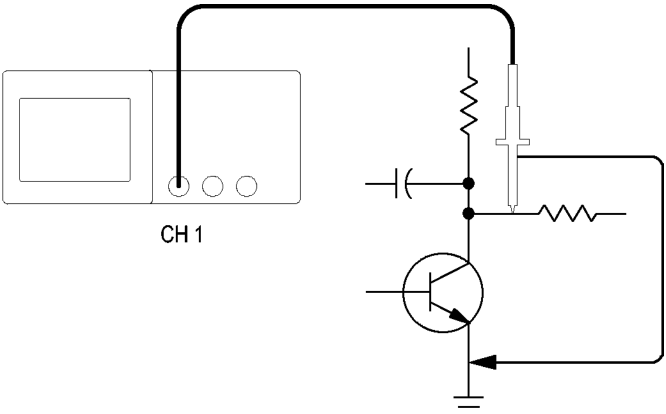
  Triggerung auf Videohalbbilder und Videozeilen

  Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails

- Analyse von Differenzialsignalen (Kommunikationssignalen) mithilfe mathematischer Funktionen
- Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk im XY-Modus und mit Nachleuchten

Durchführen einfacher Messungen

Sie möchten ein Signal in einer Schaltung anzeigen, kennen aber die Signalamplitude oder -frequenz nicht. Sie möchten das Signal schnell anzeigen und dessen Frequenz, Periode und Spitze-Spitze-Amplitude messen.



Verwendung von Auto-Setup

Um ein Signal schnell anzuzeigen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENU**.
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ►Teilung ► 10fach**.
3. Stellen Sie den Schalter auf dem Tastkopf P2200 ebenfalls auf **10fach**.
4. Schließen Sie die Tastkopfspitze von Kanal 1 an das Signal an. Schließen Sie den Referenzleiter an den Referenzpunkt des Prüfkreises an.
5. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**.

Das Oszilloskop stellt die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen automatisch ein. Falls die Signalanzeige optimiert werden soll, können Sie diese Optionen auch manuell einstellen.

HINWEIS. *Je nach erkanntem Signaltyp zeigt das Oszilloskop relevante automatische Messungen im Signalanzeigebereich des Bildschirms an.*

Oszilloskopspezifische Beschreibungen finden Sie im Kapitel *Referenz*. (Siehe Seite 105, *Auto-Setup*.)

Durchführen automatischer Messungen

Die meisten angezeigten Signale können mit dem Oszilloskop automatisch gemessen werden.

HINWEIS. *Wenn in der Anzeige für die Messwerte ein Fragezeichen (?) angezeigt wird, liegt das Signal außerhalb des Messbereichs. Drehen Sie in diesem Fall den Knopf VOLT/DIV des entsprechenden Kanals, um die Empfindlichkeit zu verringern, oder ändern Sie die SEC/DIV-Einstellung.*

Zur Messung der Frequenz, Periode, Spitze-Spitze-Amplitude, Anstiegszeit und positiven Breite eines Signals verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
3. Drücken Sie **Typ ► Freq**.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
5. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
6. Drücken Sie **Typ ► Periode**.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.
7. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
8. Drücken Sie die mittlere Optionstaste, um das Menü Messung 3 aufzurufen.

9. Drücken Sie **Typ** ► **Uss**.

   Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

11. Drücken Sie die zweitunterste Optionstaste, um das Menü Messung 4 aufzurufen.

12. Drücken Sie **Typ** ► **Anstiegszeit**.

    Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

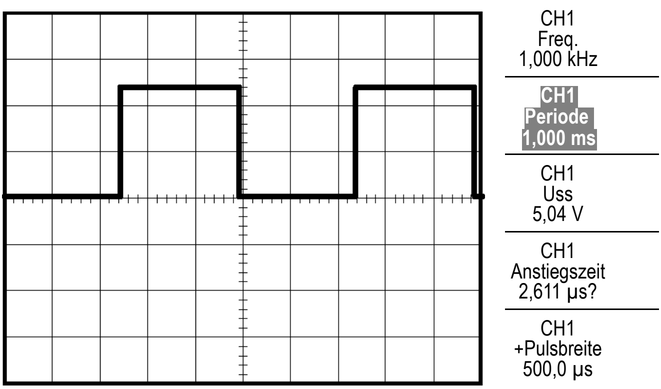
13. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

14. Drücken Sie die unterste Optionstaste, um das Menü Messung 5 aufzurufen.

15. Drücken Sie **Typ** ► **+Pulsbreite**.

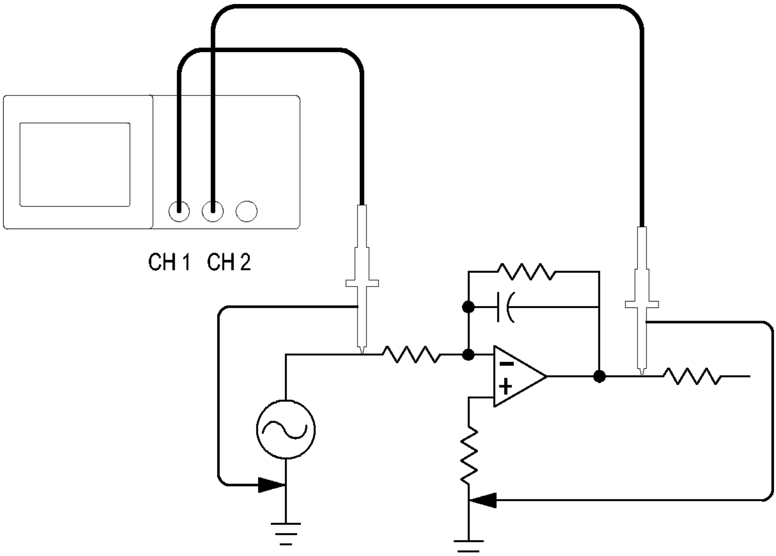
    Die Messung und aktualisierte Informationen erscheinen in der Messwertanzeige **Wert**.

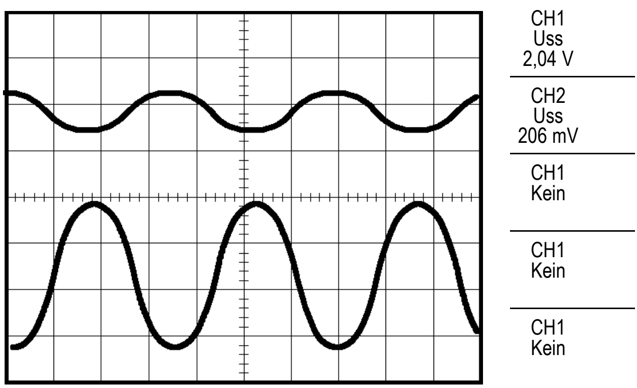
16. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.



Messen zweier Signale

Wenn Sie ein Gerät testen und die Verstärkung des Audio-Verstärkers messen müssen, benötigen Sie einen Audiosignalerzeuger, der am Verstärkereingang ein Signal eingeben kann. Schließen Sie am Verstärkereingang und -ausgang zwei Oszilloskopkanäle wie nachfolgend abgebildet an. Messen Sie beide Signalpegel, und verwenden Sie die Messungen, um die Verstärkung zu berechnen.





Zur Aktivierung und Anzeige der an Kanal 1 und an Kanal 2 anliegenden Signale und zur Auswahl von Messungen für die beiden Kanäle verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**.
2. Drücken Sie die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.
3. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
4. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
5. Drücken Sie **Typ ► Uss**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
7. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
8. Drücken Sie **Quelle ► CH2**.
9. Drücken Sie **Typ ► Uss**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.

    Lesen Sie die angezeigten Spitze-Spitze-Amplituden für beide Kanäle ab.

11. Zur Berechnung der Spannungsverstärkung des Verstärker dienen folgende Gleichungen:

    Spannungsverstärkung = Ausgangsamplitude/Eingangsamplitude

    Spannungsverstärkung (dB) = 20 × log (Spannungsverstärkung)

Untersuchung einer Reihe von Testpunkten mithilfe der automatischen Bereichseinstellung

Angenommen, Sie müssen bei einer Maschine mit einer Fehlfunktion die Frequenz und Effektivspannung mehrerer Prüfpunkte ermitteln und diese Werte mit den Idealwerten vergleichen. Sie können allerdings die Bedienelemente an der Frontplatte nicht verwenden, da Sie zur Messabnahme der schwer zugänglichen Prüfunkte beide Hände brauchen.

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENU**.
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ► Teilung**, und nehmen Sie die Einstellung passend zur Dämpfung des an Kanal 1 angeschlossenen Tastkopfes vor.
3. Drücken Sie die Taste **AUTO MESSBEREICH**, um den automatischen Messbereich zu aktivieren, und wählen Sie die Option **Vertikal und Horizontal** aus.
4. Drücken Sie die Taste **MESSUNG**, um das Menü Messung anzuzeigen.
5. Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen.
6. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
7. Drücken Sie **Typ ► Frequenz**.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
9. Drücken Sie die zweitoberste Optionstaste, um das Menü Messung 2 aufzurufen.
10. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
11. Drücken Sie **Typ ► Effektiv**.
12. Drücken Sie die Optionstaste **Zurück**.
13. Schließen Sie die Tastkopfspitze und den Referenzleiter am ersten Testpunkt an. Lesen Sie die Messwerte für Frequenz und Zyklus-Effektivwert am Bildschirm des Oszilloskops ab, und vergleichen Sie diese mit den Idealwerten.
14. Wiederholen Sie Schritt 13 für jeden Testpunkt, bis Sie die Komponente mit der Fehlfunktion finden.

HINWEIS. *Bei aktivierter automatischer Bereichseinstellung stellt das Oszilloskop jedes Mal, wenn Sie den Tastkopf an einem neuen Testpunkt anschließen, die Horizontalskala, die Vertikalskala und den Triggerpegel neu ein, damit Sie eine brauchbare Anzeige erhalten.*

Durchführen von Cursor-Messungen

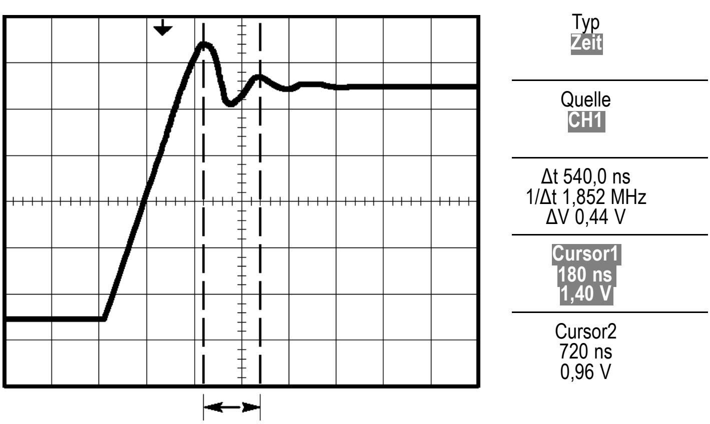
Mit den Cursorn können Sie schnelle Zeit- und Amplitudenmessungen am Signal durchführen.

Messung der Schwingungsfrequenz und -amplitude

Um die Schwingungsfrequenz auf der ansteigenden Flanke eines Signals zu messen, gehen Sie wie folgt vor:

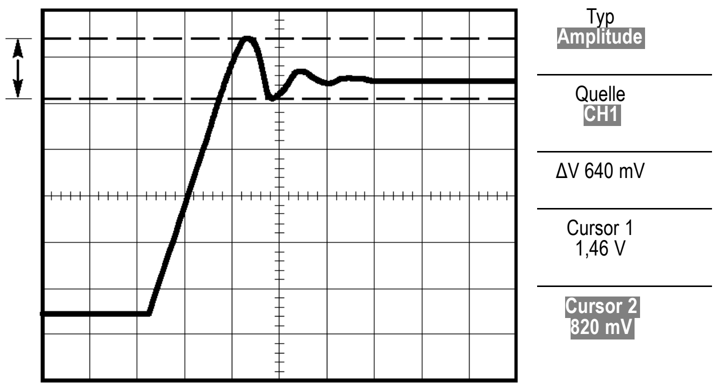
1. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Menü Cursor anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Typ** ► **Zeit**.
3. Drücken Sie **Quelle** ► **CH1**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die zweite Spitze der Schwingung zu setzen.

   Die Zeitdifferenz Δ (delta), und Frequenz (die gemessene Schwingungsfrequenz) wird im Menü Cursor angezeigt.



8. Drücken Sie **Typ ► Periode**.
9. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
10. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die erste Spitze der Schwingung zu setzen.
11. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
12. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um Cursor 2 auf die tiefste Stelle der Schwingung zu setzen.

    Im Menü Cursor wird die Amplitude der Schwingung angezeigt.



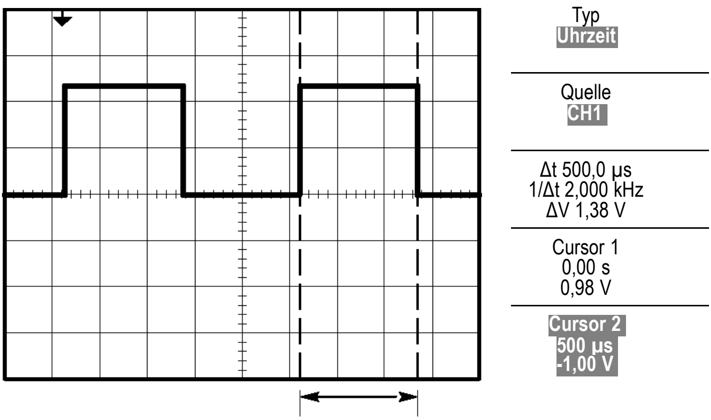
Messung der Impulsbreite

Wenn Sie ein Pulssignal analysieren und die Breite des Impulses ermitteln möchten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Menü Cursor anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Typ ► Zeit**.
3. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
4. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
5. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die ansteigende Flanke des Impulses zu setzen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die fallende Flanke des Impulses zu setzen.

Im Menü Cursor werden die folgenden Messungen angezeigt:

- Die Zeit bei Cursor 1 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeit bei Cursor 2 in Bezug auf den Trigger.
- Die Zeitdifferenz (Δ, delta), d.h. die gemessene Impulsbreite.



HINWEIS. *Die Messung der positiven Impulsbreite steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung. (Siehe Seite 119, Durchführen von Messungen.)*

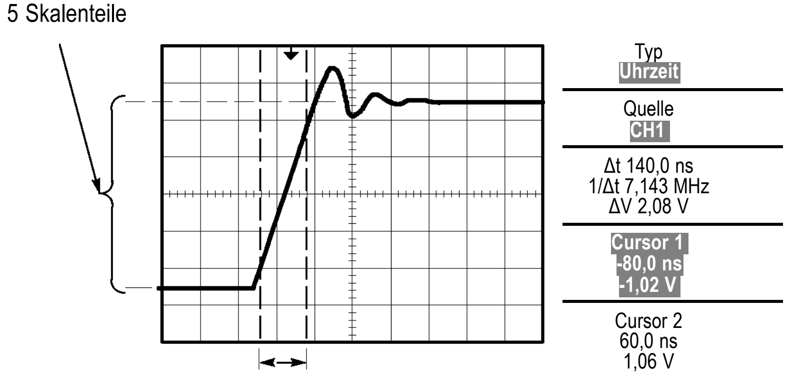
HINWEIS. *Die Messung der positiven Impulsbreite wird auch angezeigt, wenn Sie die Option Einzelzyklus-Rechteckimpuls im Menü AUTO-SETUP auswählen. (Siehe Seite 107, Rechtecksignal oder Impuls.)*

Messung der Anstiegszeit

Nach der Messung der Impulsbreite möchten Sie jetzt die Anstiegszeit des Impulses überprüfen. Die Anstiegszeit wird üblicherweise im Pegelbereich zwischen 10 % und 90 % des Signals gemessen. Zur Messung der Anstiegszeit verfahren Sie wie folgt:

1. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die ansteigende Flanke des Signals anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **VOLT/DIV** und **VERTIKAL POSITION**, um die Signalamplitude auf ungefähr fünf Skalenteile einzustellen.
3. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENU**.
4. Drücken Sie **Volt/Div ► Fein**.
5. Drehen Sie den Knopf **VOLT/DIV**, um die Signalamplitude exakt auf fünf Skalenteile zu einzustellen.
6. Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION**, um das Signal zu zentrieren, und positionieren Sie die Basislinie des Signals 2,5 Skalenteile unterhalb des mittleren Rasters.
7. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Menü Cursor anzuzeigen.
8. Drücken Sie **Typ ► Zeit**.
9. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
10. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
11. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie unterhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 10-%-Pegel des Signals.
12. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
13. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf den Punkt zu setzen, an dem das Signal die zweite Rasterlinie oberhalb der Bildschirmmitte durchläuft. Hierbei handelt es sich um den 90-%-Pegel des Signals.

Die **Δt**-Anzeige im Menü Cursor ist die Anstiegszeit des Signals.

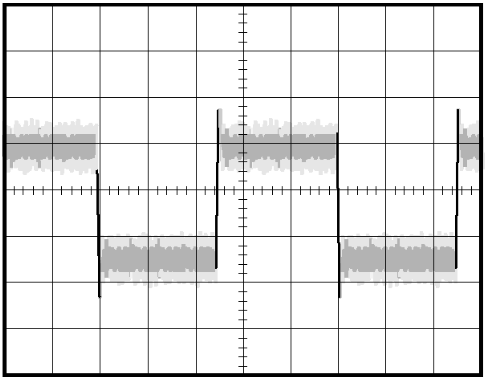


HINWEIS. *Die Messung der Anstiegszeit steht als automatische Messung im Menü Messung zur Verfügung.* *(Siehe Seite 119, Durchführen von Messungen.)*

HINWEIS. *Die Messung der Anstiegszeit wird auch angezeigt, wenn Sie die Option Anstiegszeit im Menü AUTO-SETUP auswählen.* *(Siehe Seite 107, Rechtecksignal oder Impuls.)*

Analyse von Signaldetails

Auf dem Oszilloskop wird ein Störsignal angezeigt. Sie möchten mehr darüber wissen. Sie vermuten, dass das Signal viel mehr Details enthält, als Sie im Moment in der Anzeige sehen können.

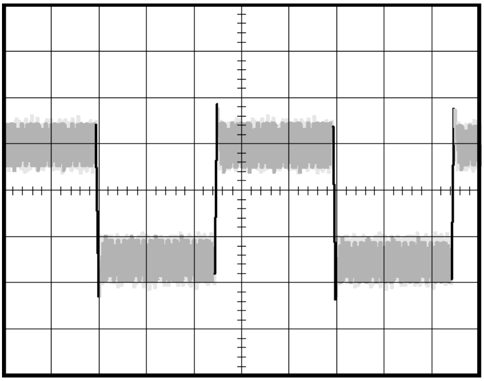


Analyse von Störsignalen

Das Signal scheint zu rauschen, und Sie vermuten, dass dieses Rauschen Probleme in Ihrem Schaltkreis verursacht. Gehen Sie zur Analyse des Rauschens wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwert**.
3. Drücken Sie, sofern erforderlich, die Taste **DISPLAY**, um das Display-Menü anzuzeigen. Benutzen Sie die Optionstaste **Kontrast** mit dem Multifunktions-Drehknopf, um die Anzeige einzuregeln, damit das Rauschen besser zu erkennen ist.

Bei der Spitzenwerterfassung werden Störspannungsspitzen und Glitches im Signal hervorgehoben, insbesondere wenn eine langsame Zeitbasis eingestellt wurde.

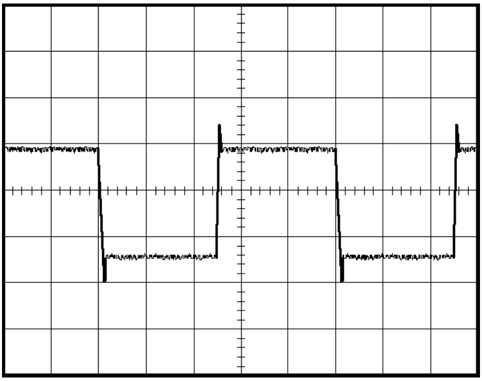


Trennung eines Signals vom Störrauschen

Jetzt möchten Sie die Signalform analysieren und das Rauschen ignorieren. Um unkorreliertes Rauschen in der Oszilloskopanzeige zu reduzieren, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwert**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Mittelwerte**, um die Effekte anzuzeigen, die eine Variation der Anzahl ausgeführter Mittelwertbildungen auf das Signal hat.

Durch die Mittelwertbildung wird das unkorrelierte Rauschen reduziert. So ist es leichter, Details in einem Signal anzuzeigen. Im Beispiel unten wird an den steigenden und fallenden Flanken des Signals ein Überschwingen angezeigt, wenn das Rauschen entfernt wird.



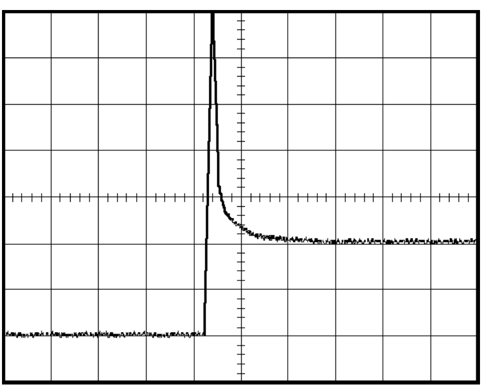
Erfassung eines Einzelschuss-Signals

Die Zuverlässigkeit eines Schutzgasrelais in einem Anlagenteil ist schlecht, und Sie müssen das Problem untersuchen. Sie vermuten, dass das Problem beim Öffnen des Relais entsteht. Das kleinste Intervall, in dem das Relais geöffnet und geschlossen werden kann, beträgt etwa einmal pro Minute. Deshalb müssen Sie die Spannung am Relais als Einzelschuss erfassen.

Um eine Einzelschusserfassung einzurichten, gehen Sie wie folgt vor:

1. Stellen Sie den vertikalen Drehknopf **VOLT/DIV** und den horizontalen Drehknopf **SEC/DIV** auf die Bereiche ein, in denen Sie das Signal erwarten.
2. Drücken Sie die Taste **ERFASSUNG**, um das Menü Erfassung anzuzeigen.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Spitzenwert**.
4. Drücken Sie die Taste **TRIG MENU**, um das Triggermenü anzuzeigen.
5. Drücken Sie **Flanke: ► Positiv**.
6. Drehen Sie den Knopf **PEGEL**, um den Triggerpegel auf eine Spannung einzustellen, die genau zwischen der Öffnungs- und Schließspannung des Relais liegt.
7. Drücken Sie die Taste **EINZELFOLGE**, um mit der Erfassung zu beginnen.

Wenn sich das Relais öffnet, triggert das Oszilloskop und erfasst das Ereignis.

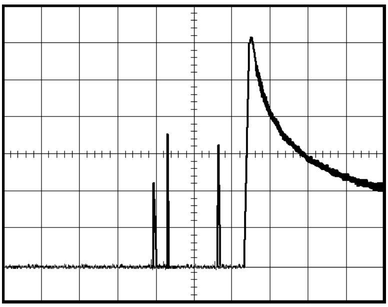


Optimieren der Erfassung

In der ursprünglichen Erfassung wird abgebildet, wie sich der Relaiskontakt am Triggerpunkt öffnet. Danach folgt eine große Spitze, die das Kontaktprellen und die Induktion im Schaltkreis anzeigt. Die

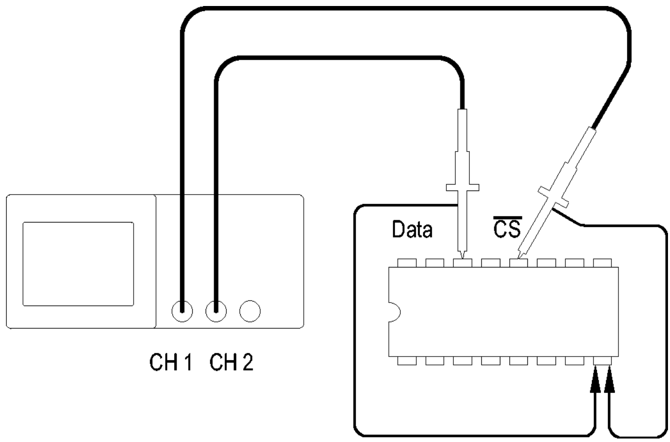
Induktion kann zu einem durchgeschlagenen Kontakt und einem fehlerhaften vorzeitigen Öffnen des Relais führen.

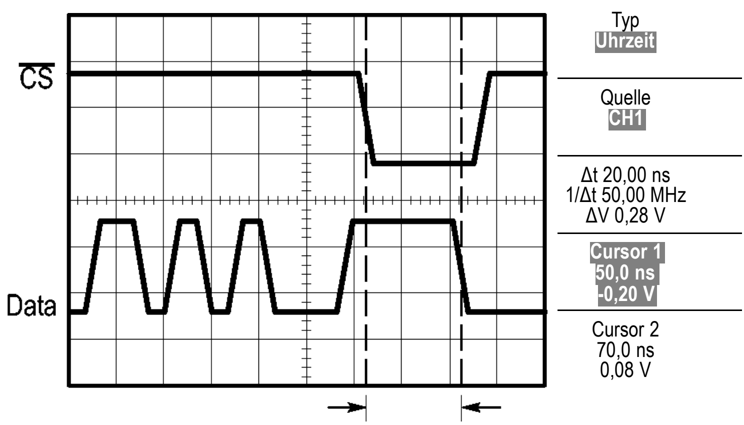
Sie können die vertikalen, horizontalen und Triggeroptionen verwenden, um die Einstellungen zu optimieren, bevor das nächste Einzelschussereignis erfasst wird. Wenn die nächste Erfassung mit den neuen Einstellungen aufgezeichnet wird (drücken Sie erneut die Taste EINZELFOLGE), ist zu erkennen, dass beim Öffnen der Kontakt mehrmals geprellt wird.



Messung der Laufzeitverzögerung

Sie vermuten, dass das Speicher-Timing in einem Mikroprozessor-Schaltkreis nicht optimal ist. Richten Sie das Oszilloskop so ein, dass sich die Laufzeitverzögerung zwischen dem chip-select-Signal und den ausgegebenen Daten des Speicherbausteins messen lässt.


Data
CS
CH 1 CH 2


CS
Data
Typ
Uhrzeit
Quelle
CH1
Δt 20,00 ns
1/Δt 50,00 MHz
ΔV 0,28 V
Cursor 1
50,0 ns
-0,20 V
Cursor 2
70,0 ns
0,08 V

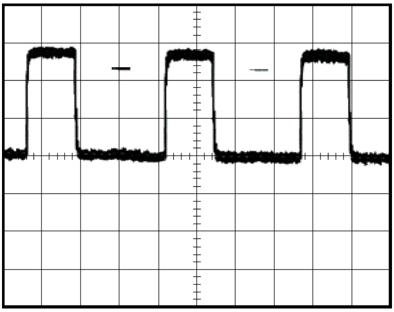
Zum Einrichten der Messung der Laufzeitverzögerung gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Stellen Sie die horizontalen und vertikalen Bedienelemente ein, um die Anzeige zu optimieren.
3. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Menü Cursor anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ ► Zeit**.
5. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 1**.
7. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um einen Cursor auf die aktive Flanke des chip-select-Signals zu setzen.
8. Drücken Sie die Optionstaste **Cursor 2**.
9. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um den zweiten Cursor auf den Datenausgangsübergang zu setzen.

Bei der **Δt**t-Anzeige im Menü Cursor handelt es sich um die Laufzeitverzögerung zwischen den Signalen. Die Anzeige ist gültig, weil die beiden Signale die gleiche SEC/DIV-Einstellung aufweisen.

Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite

Sie überprüfen die Impulsbreiten eines Signals in einem Schaltkreis. Es ist wichtig, dass die Impulse allesamt eine spezifische Breite aufweisen, und genau das müssen Sie sicherstellen. Hinsichtlich der Flankentriggerung sieht das Signal wie gewünscht aus, und auch die Impulsbreitenmessung weicht nicht von der Spezifikation ab. Dennoch vermuten Sie ein Problem.

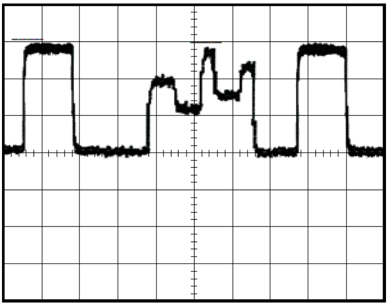


Um auf eine Verzerrung der Impulsbreite zu prüfen, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**, um eine stabile Anzeige zu erhalten.
2. Drücken Sie im Menü AUTO-SETUP die Optionstaste **Einzelzyklus**, um einen einzelnen Signalzyklus anzuzeigen und eine schnelle Messung der Impulsbreite vorzunehmen.
3. Drücken Sie die Taste **TRIG MENU**, um das Triggermenü anzuzeigen.
4. Drücken Sie **Typ ► Impuls**.
5. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
6. Drehen Sie den Knopf **TRIGGER PEGEL**, um den Triggerpegel nahe dem unteren Ende des Signals einzustellen.
7. Drücken Sie **Wenn ►** = (gleich).
8. Drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die Impulsbreite auf den Wert einzustellen, der bei der Impulsbreitenmessung in Schritt 2 ausgegeben wurde.
9. Drücken Sie **Weiter ► Modus ► Normal**.

Eine stabile Anzeige kann erzielt werden, wenn das Oszilloskop auf normale Impulse triggert.

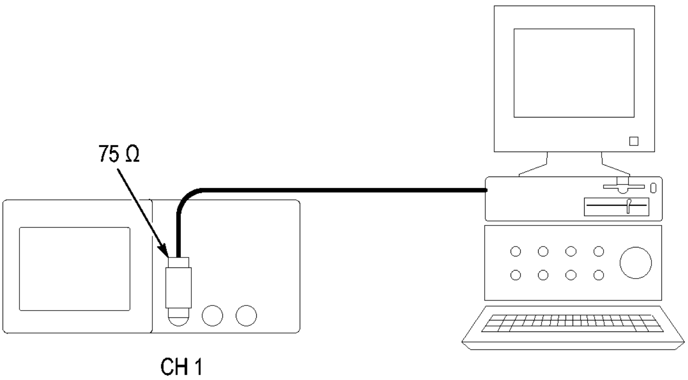
1. Drücken Sie die Optionstaste **Wenn**, um ≠, < oder > auszuwählen. Falls tatsächlich verzerrte Impulse vorkommen, auf die die angegebene Wenn-Bedingung zutrifft, dann triggert das Oszilloskop darauf.

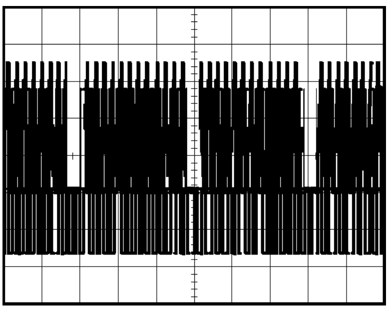


HINWEIS. *Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.*

Triggern auf Video-Signale

Sie testen den Video-Schaltkreis eines medizinischen Geräts und müssen das Video-Ausgangssignal anzeigen. Bei dem Video-Ausgangssignal handelt es sich um ein Standard-NTSC-Signal. Verwenden Sie den Videotrigger, um eine stabile Anzeige zu erhalten.





__HINWEIS.__ Die meisten Videosysteme sind mit 75 Ohm verkabelt. Die Oszilloskopeingänge bieten keine ordnungsgemäßen Abschlusswiderstände für niederohmige Kabel. Zur Vermeidung ungenauer Amplituden aufgrund falscher Lasten und Reflexionen setzen Sie einen Durchführungsabschluss mit 75 Ohm (Tektronix Teilenummer 011-0055-02 oder gleichwertig) zwischen das 75-Ohm-Koaxialkabel der Signalquelle und den BNC-Eingangsstecker des Oszilloskops.

Triggerung auf Videohalbbilder

Automatisch. Um auf Videohalbbilder zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**. Wenn Auto-Setup abgeschlossen ist, zeigt das Oszilloskop das Videosignal mit Synchronisation auf **Alle Halbbilder** an.

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden, wird vom Oszilloskop die Option Standard eingestellt.

1. Drücken Sie die Optionstaste **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** im Menü **AUTO-SETUP**, um nur ungerade oder gerade Halbbilder zu synchronisieren.

Handbuch. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENU**.
2. Drücken Sie **Kopplung ► AC**.
3. Drücken Sie die Taste **TRIG MENU**, um das Triggermenü anzuzeigen.
4. Drücken Sie die obere Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
5. Drücken Sie **Quelle ► CH1**.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, und wählen Sie **Alle Halbbilder**, **Unger. Halbbild** oder **Gerad. Halbbild** aus.
7. Drücken Sie **Standard ► NTSC**.
8. Drehen Sie den horizontalen Knopf **SEC/DIV**, damit ein vollständiges Halbbild angezeigt wird.
9. Drehen Sie den vertikalen Knopf **VOLT/DIV**, um sicherzugehen, dass das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.

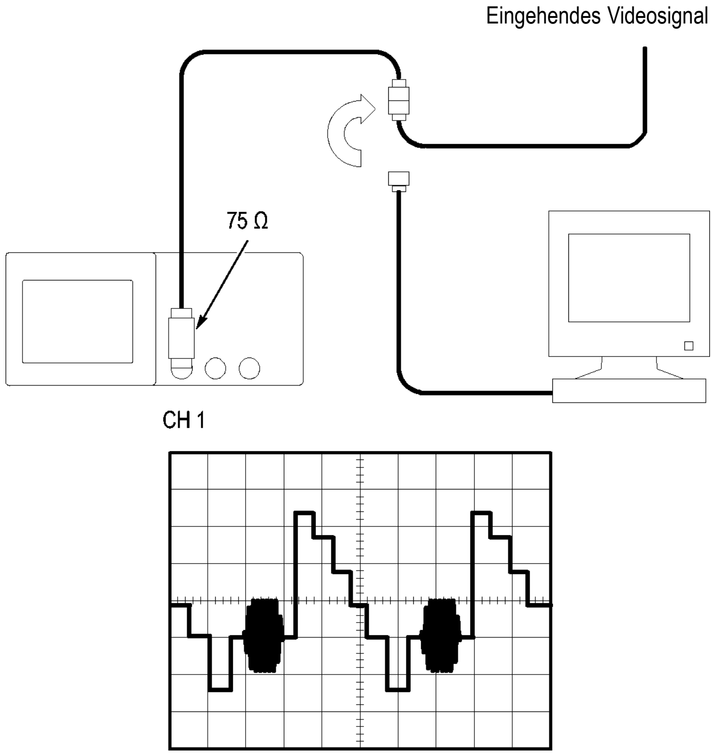
Triggerung auf Videozeilen

Automatisch. Sie können auch die Videozeilen im Halbbild anzeigen. Um auf die Videozeilen zu triggern, gehen Sie wie folgt vor:

1. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste, um **Zeile** auszuwählen und alle Zeilen zu synchronisieren. (Das Menü AUTO-SETUP umfasst die Optionen **Alle Zeilen** und **Zeilennummer**.)

Handbuch. Diese Alternative erfordert mehr Schritte, kann aber je nach Videosignal erforderlich sein. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **TRIG MENU**, um das Triggermenü anzuzeigen.
2. Drücken Sie die obere Optionstaste, und wählen Sie **Video** aus.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Synchr.**, wählen Sie **Alle Zeilen** bzw. **Zeilennummer** aus, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer einzustellen.
4. Drücken Sie **Standard ► NTSC**.
5. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, bis eine vollständige Videozeile angezeigt wird.
6. Drehen Sie den Knopf **VOLT/DIV**, um sicherzugehen, dass das gesamte Videosignal auf dem Bildschirm zu sehen ist.

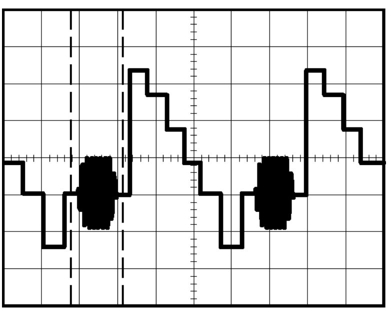


Verwendung der Fensterfunktion zur Anzeige von Signaldetails

Um einen bestimmten Signalteil zu überprüfen, ohne die Hauptanzeige zu verändern, können Sie die Fensterfunktion (Zoom) einsetzen.

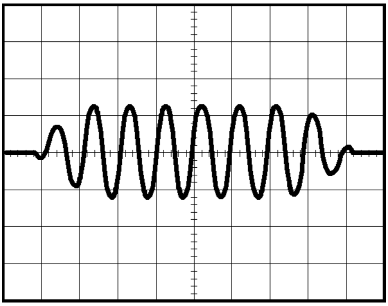
Wenn Sie den Farbburst im vorherigen Signal detaillierter sehen möchten, ohne dabei die Hauptanzeige zu verändern, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **HORIZ MENU**, um das Menü Horizontal anzuzeigen, und wählen Sie die Option **Hauptzeitbasis**.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Zoombereich**.
3. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, und wählen Sie 500 ns aus. Hierbei handelt es sich um die SEC/DIV-Einstellung der erweiterten Ansicht.
4. Drehen Sie den Knopf **HORIZONTAL POSITION**, um das Fenster um den Bereich des Signals zu setzen, der vergrößert werden soll.



1. Drücken Sie die Optionstaste **Dehnen**, um den vergrößerten Teil des Signals anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die Anzeige des vergrößerten Signals zu optimieren.

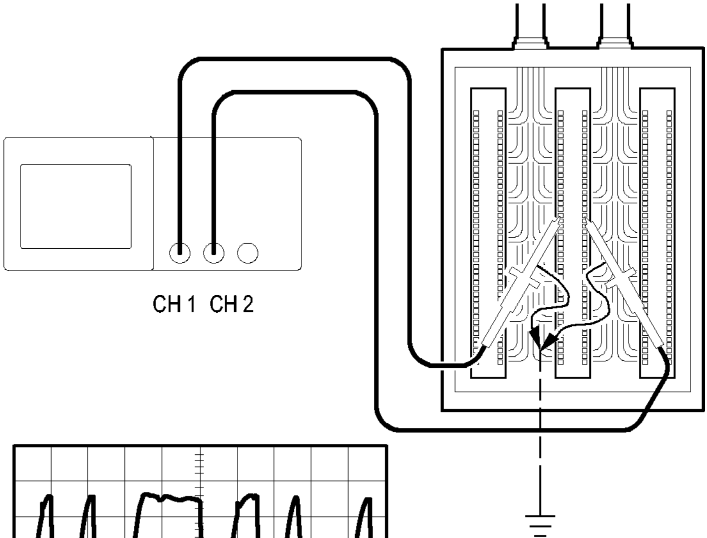
Um zwischen der Haupt- und Fensteransicht zu wechseln, drücken Sie im Menü Horizontal die Optionstaste **Hauptzeitbasis** oder **Dehnen**.

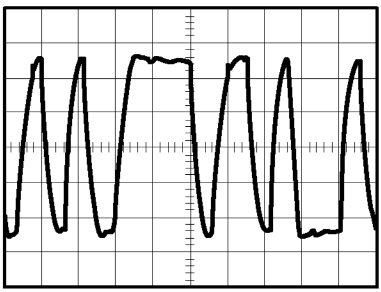


Analyse eines Differenzial-Kommunikationssignals

Sie haben intermittierende Probleme mit einer seriellen Datenkommunikationsverbindung und führen das auf schlechte Signalqualität zurück. Richten Sie das Oszilloskop ein, um einen Schnappschuss des seriellen Datenstroms anzuzeigen, damit Sie die Signalpegel und Übergangszeiten überprüfen können.

Da es sich hierbei um ein Differenzialsignal handelt, können Sie die Mathematikfunktion des Oszilloskops nutzen, um das Signal optimiert darzustellen.





HINWEIS. *Stellen Sie zunächst sicher, dass beide Tastköpfe kompensiert sind. Unterschiede bei der Tastkopfkompensation führen dazu, dass Fehler im Differenzialsignal angezeigt werden.*

Zur Aktivierung der an Kanal 1 und Kanal 2 anliegenden Differenzialsignale verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENU**, und stellen Sie die Option **Tastkopf ► Spannung ► Teilung** auf **10fach** ein.
2. Drücken Sie die Taste **CH 2 MENU**, und stellen Sie die Option **Tastkopf ► Spannung ► Teilung** auf **10fach** ein.
3. Stellen Sie die Schalter auf den P2200-Tastköpfen ebenfalls auf 10fach ein.
4. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**.
5. Drücken Sie die Taste **MATH MENU**, um das Menü Math anzuzeigen.
6. Drücken Sie die Optionstaste **Operation**, und wählen Sie **-** aus.
7. Drücken Sie die Optionstaste **CH1-CH2**, um ein neues Signal anzuzeigen, das die Differenz zwischen den angezeigten Signalen darstellt.
8. Zum Anpassen der vertikalen Skala und Position des berechneten Signals gehen Sie wie folgt vor:
   a. Entfernen Sie die Signale auf Kanal 1 und 2 vom Bildschirm.
   b. Drehen Sie die Knöpfe CH 1 und CH 2 VOLT/DIV sowie POSITION im Bereich VERTIKAL, um die vertikale Skala und Position einzustellen.

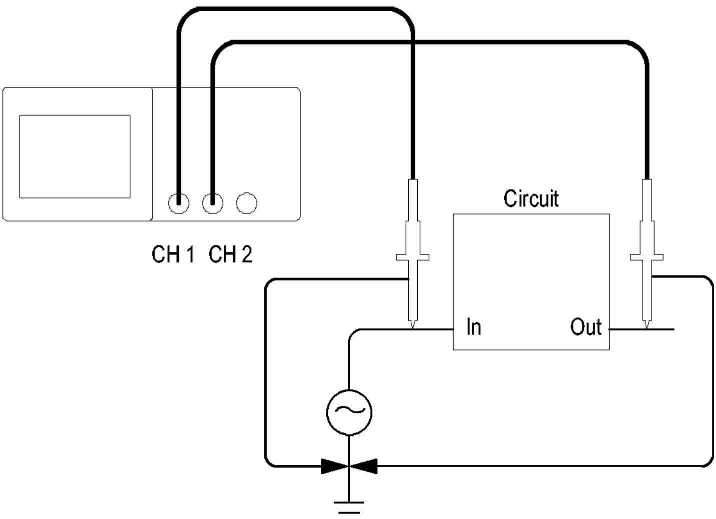
Um eine stabilere Anzeige zu erhalten, drücken Sie die Taste **EINZELFOLGE**, um die Signalerfassung zu steuern. Jedes Mal, wenn Sie die Taste EINZELFOLGE drücken, erfasst das Oszilloskop eine Momentaufnahme des digitalen Datenstroms. Zur Signalanalyse können die Cursor oder die automatischen Messungen verwendet werden, oder Sie speichern das Signal ab, um es zu einem späteren Zeitpunkt zu analysieren.

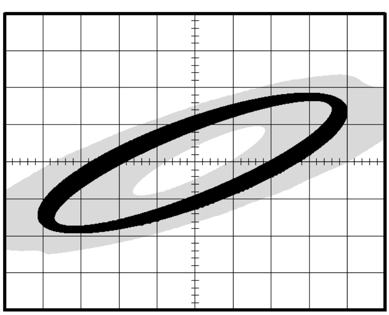
Anzeige von Impedanzänderungen in einem Netzwerk

Sie haben eine Schaltung entworfen, die über einen großen Temperaturbereich hinweg funktionieren muss. Sie müssen die

Änderungen der Impedanz des Schaltkreises bei veränderlicher Umgebungstemperatur beurteilen.

Schließen Sie das Oszilloskop an, um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises zu überwachen und Änderungen zu erfassen, die durch geänderte Temperaturen verursacht werden.





Um den Ein- und Ausgang des Schaltkreises auf der XY-Anzeige zu überwachen, verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CH 1 MENU**.
2. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ►Teilung ► 10fach**.

3. Drücken Sie die Taste **CH 2 MENU**.
4. Drücken Sie **Tastkopf ► Spannung ►Teilung ► 10fach**.
5. Stellen Sie die Schalter auf den P2200-Tastköpfen ebenfalls auf **10fach**.
6. Schließen Sie den Tastkopf von Kanal 1 an den Netzwerkeingang und den Tastkopf von Kanal 2 an den Ausgang an.
7. Drücken Sie die Taste **AUTOSET**.
8. Drehen Sie den Knopf **VOLT/DIV**, um auf jedem Kanal ungefähr die gleiche Signalamplitude anzuzeigen.
9. Drücken Sie die Taste **DISPLAY**, um das Menü Display anzuzeigen.
10. Drücken Sie **Format ► XY**.

    Auf dem Oszilloskop werden Lissajousfiguren mit den Ein- und Ausgangscharakteristika des Schaltkreises angezeigt.
11. Drehen Sie an den Knöpfen **VOLT/DIV** und **POSITION** im Bereich VERTIKAL, um die Anzeige zu optimieren.
12. Drücken Sie **Nachleuchten ► unendl**.
13. Drücken Sie die Optionstaste **Kontrast anpassen**, und drehen Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um die Anzeige einzustellen.

    Während Sie die Umgebungstemperatur verändern, werden Änderungen in den Schaltkreischarakteristika anhand des Nachleuchtens in der Anzeige erfasst.

Math-FFT

Dieses Kapitel umfasst ausführliche Informationen zur Verwendung der Math-FFT-Funktion (FFT = schnelle Fourier-Transformation). Der FFT-Mathematikmodus wird verwendet, um ein Zeitbereichssignal (YT) in seine Frequenzanteile (Spektrum) umzurechnen. Im Math-FFT-Modus können die folgenden Analysetypen ausgeführt werden:

- Analysieren der Oberwellen in Stromversorgungsnetzen
- Messen von Oberwellengehalt und Verzerrungen in Systemen
- Charakterisierung von Störsignalen in Gleichstromversorgungen
- Testen der Impulsantwort von Filtern und Systemen
- Analysieren von Vibrationen

Um den Math-FFT-Modus anzuwenden, verfahren Sie wie folgt:

- Stellen Sie das Quellensignal (Zeitbereich) ein.
- Lassen Sie das FFT-Spektrum anzeigen.
- Wählen Sie einen FFT-Fenstertyp aus.
- Stellen Sie die Abtastrate so ein, dass die Grundfrequenz und die Oberwellen ohne Aliasing angezeigt werden.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion zur Vergrößerung des Spektrums.
- Messen Sie das Spektrum mithilfe der Cursor.

Einrichten des Zeitbereichssignals

Vor Verwendung des FFT-Modus müssen Sie das Zeitbereichssignal (YT) einrichten. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie **AUTOSET**, um ein YT-Signal anzuzeigen.
2. Drehen Sie den Knopf **POSITION** im Bereich VERTIKAL, um das YT-Signal senkrecht in der Bildmitte zu zentrieren (Nulllinie).

Dadurch wird sichergestellt, dass die FFT einen echten Gleichstromwert anzeigt.

3. Drehen Sie den Knopf **POSITION** im Bereich HORIZONTAL, um den zu analysierenden Teil des YT-Signals in den acht mittleren Bildschirm-Skalenteilen zu positionieren.

   Das FFT-Spektrum wird s vom Oszilloskop mithilfe der mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignal berechnet.

4. Drehen Sie den Knopf **VOLT/DIV**, um sicherzugehen, dass das gesamte Signal auf dem Bildschirm sichtbar bleibt. Falls nicht das gesamte Signal zu sehen ist, zeigt das Oszilloskop unter Umständen fehlerhafte FFT-Ergebnisse an (durch Hinzufügung hochfrequenter Anteile).

5. Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um die gewünschte Auflösung des FFT-Spektrums einzustellen.

6. Stellen Sie das Oszilloskop so ein, dass möglichst viele Signalzyklen angezeigt werden.

   Wenn Sie den Knopf **SEC/DIV** drehen, um eine schnellere Einstellung (weniger Zyklen) auszuwählen, wird ein größerer Frequenzbereich des FFT-Spektrums angezeigt und die Möglichkeit für FFT-Aliasing verringert. (Siehe Seite 77, *FFT-Aliasing*.)Allerdings zeigt das Oszilloskop dann auch eine niedrigere Frequenzauflösung an.

Zum Einrichten der FFT-Anzeige verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **MATH MENU**, um das Menü Math anzuzeigen.

2. Drücken Sie **Operation ► FFT**.

3. Wählen Sie den Quellkanal für **Math-FFT** aus.

In vielen Fällen ist das Oszilloskop in der Lage, ein zweckmäßiges FFT-Spektrum anzuzeigen, auch wenn nicht auf das YT-Signal getriggert wird. Dies gilt besonders für periodische Signale oder unkorrelierte Störsignale.

HINWEIS. *Triggern und positionieren Sie alle transienten bzw. Burstsignale möglichst nah an der Bildschirmmitte.*

Nyquist-Frequenz

Die höchste Frequenz, die ein digitales Echtzeit-Oszilloskop überhaupt fehlerfrei messen kann, beträgt die Hälfte der Abtastrate. Diese Frequenz wird als Nyquist-Frequenz bezeichnet. Frequenzdaten oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst, wodurch es zu FFT-Aliasing kommt. (Siehe Seite 77, *FFT-Aliasing*.)

Anhand der Mathematikfunktion werden die mittleren 2048 Punkte des Zeitbereichssignals in ein FFT-Spektrum umgerechnet. Das daraus resultierende FFT-Spektrum umfasst 1024 Punkte von Gleichspannung (0 Hz) bis hin zur Nyquist-Frequenz.

Normalerweise wird das FFT-Spektrum bei der Anzeige horizontal auf 250 Punkte komprimiert. Zur Vergrößerung des FFT-Spektrums können Sie allerdings auch die Zoomfunktion nutzen, um die Frequenzanteile detaillierter zu betrachten, und zwar an jedem der 1024 Datenpunkte des FFT-Spektrums.

HINWEIS. *Die vertikale Reaktion des Oszilloskops läuft oberhalb seiner Bandbreite langsam ab (je nach Modell 40 MHz, 60 MHz, 100 MHz oder 200 MHz, bzw. 20 MHz bei eingeschalteter Bandbreitenbegrenzung). Folglich kann das FFT-Spektrum gültige Frequenzdaten aufweisen, die höher als die Bandbreite des Oszilloskops sind. Dennoch sind die Betragsdaten nahe oder oberhalb der Bandbreite nicht präzise.*

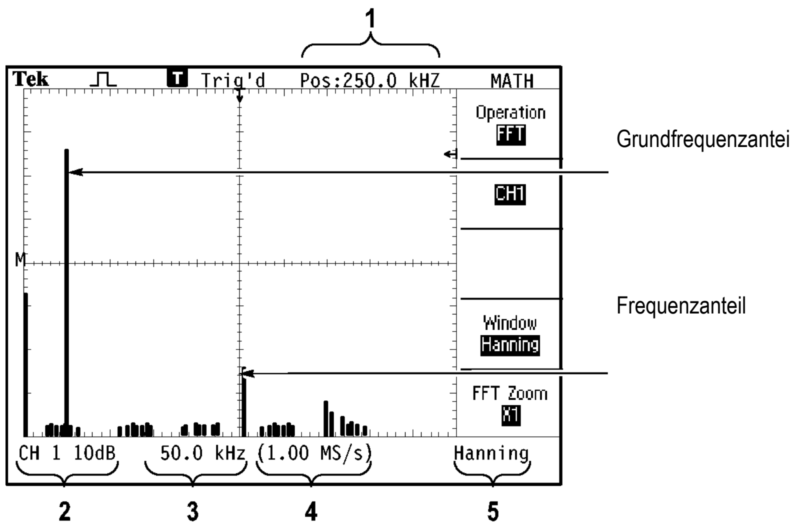
Anzeige des FFT-Spektrums

Drücken Sie die Taste **MATH MENU**, um das Menü Math anzuzeigen. Wählen Sie den Quellkanal, Fensteralgorithmus und FFT-Zoomfaktor aus den Optionen aus. Es kann jeweils nur ein einziges FFT-Spektrum angezeigt werden.

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Quelle	CH1, CH2, CH3 [1], CH4 [1]	Zur Auswahl des als FFT-Quelle verwendeten Kanals

Math-FFT-Option	Einstellungen	Anmerkung
Fenster	Hanning, Flattop, Rectangular	Wählt den FFT-Fenstertype aus;(Siehe Seite 75, *Auswahl eines FFT-Fensters*.)
FFT-Zoom	X1, X2, X5, X10	Ändert die horizontale Vergrößerung der FFT-Anzeige; (Siehe Seite 78, *Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums*.)

1 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

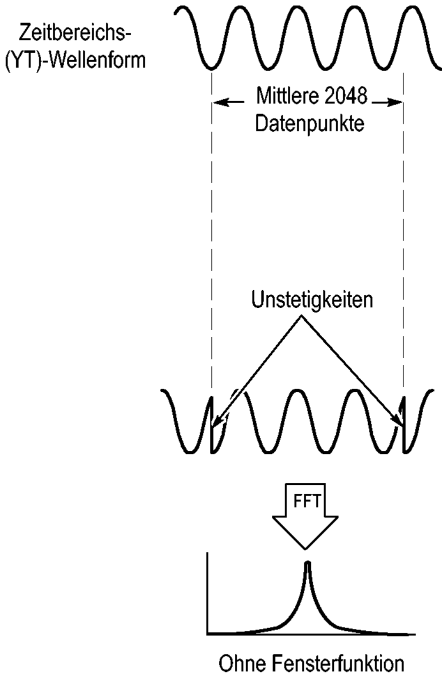


1. Frequenz auf der mittleren Rasterlinie
2. Vertikalskala in dB pro Skalenteil (0 dB = 1 V_{eff}).
3. Horizontalskala in Frequenz pro Skalenteil.
4. Abtastrate in Anzahl der Abtastwerte pro Sekunde.
5. FFT-Fenstertyp

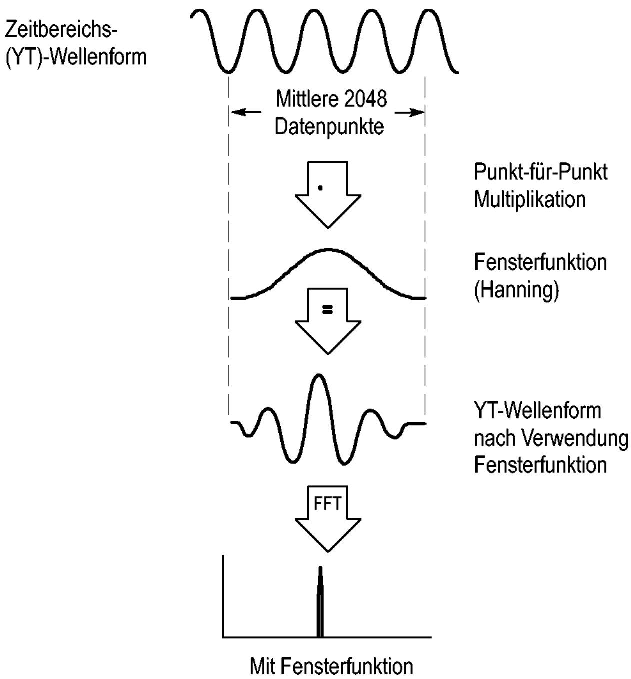
Auswahl eines FFT-Fensters

Mithilfe der Fenster lassen sich Spektralverluste in einem FFT-Spektrum verringern. Bei FFT wird davon ausgegangen, dass sich das YT-Signal endlos wiederholt. Bei einer ganzzahligen Anzahl von Zyklen (1, 2, 3 usw.) beginnt und endet das YT-Signal mit der gleichen Amplitude, und es gibt keine Sprünge in der Signalform.

Eine nicht ganzzahlige Anzahl Zyklen im YT-Signal bewirkt unterschiedliche Amplituden des Anfangs- und Endpunkts des Signals. Die Übergänge zwischen Start- und Endpunkt verursachen Sprünge im Signal, die Hochfrequenz-Störspitzen einführen.



Durch Anwendung eines Fensters auf das YT-Signal wird das Signal geändert, sodass die Start- und Endwerte nahe beieinander liegen und FFT-Signalsprünge reduziert werden.

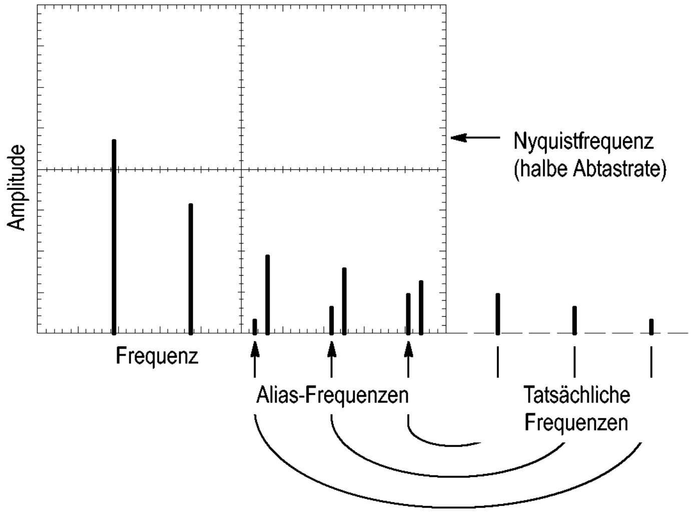


Die Funktion Math-FFT umfasst drei FFT-Fensteroptionen. Bei jedem Fenstertyp muss zwischen Frequenzauflösung und Amplitudengenauigkeit abgewogen werden. Die zu messenden Parameter und die Eigenschaften des Quellsignals helfen Ihnen bei der Auswahl des Fensters.

Fenster	Messung	Technische Daten
Hanning	Periodische Signale	Höhere Frequenz-, geringere Größengenauigkeit als Flattop
Flattop	Periodische Signale	Höhere Größen-, geringere Frequenzgenauigkeit als Hanning
Rectangular	Impulse oder Transienten	Spezialfenster für Signale, die keine Sprünge aufweisen. Das Ergebnis fällt im Wesentlichen genau so aus, als ob kein Fenster verwendet wurde.

FFT-Aliasing

Probleme treten auf, wenn das Oszilloskop ein Zeitbereichssignal erfasst, das höhere Frequenzanteile als die Nyquist-Frequenz aufweist. (Siehe Seite 73, *Nyquist-Frequenz*.)Frequenzanteile oberhalb der Nyquist-Frequenz werden mit ungenügender Abtastrate erfasst und werden als niedrigere Frequenzanteile dargestellt, die um die Nyquist-Frequenz herum „zurückgefaltet“ werden. Diese nicht korrekten Anteile werden Aliase genannt.



Ausschalten von Aliasing

Um Aliasing auszuschalten, versuchen Sie es mit folgenden Maßnahmen:

- Drehen Sie den Knopf **SEC/DIV**, um eine schnellere Abtastrate einzustellen. Da Sie mit der Abtastrate auch die Nyquist-Frequenz erhöhen, werden die Alias-Frequenzkomponenten mit der korrekten Frequenz angezeigt. Wenn auf dem Bildschirm zu viele Frequenzanteile angezeigt werden, können Sie die FFT-Zoomoption verwenden, um das FFT-Spektrum zu vergrößern.
- Falls die Anzeige von Frequenzanteilen über 20 MHz für Sie unwichtig ist, schalten Sie die Bandbreitenbegrenzung ein.
- Sie können auch einen externen Filter an das Quellsignal anlegen, um seine Bandbreite auf Frequenzen unterhalb der Nyquist-Frequenz zu beschränken.
- Erkennen und ignorieren Sie die Aliasfrequenzen.
- Verwenden Sie die Zoomfunktion und die Cursor zur Vergrößerung und Messung des FFT-Spektrums.

Vergrößern und Messen eines FFT-Spektrums

Sie können das FFT-Spektrum vergrößern und mit den Cursorn Messungen daran durchführen. Das Oszilloskop verfügt über eine FFT-Zoomoption zur horizontalen Vergrößerung. Zur vertikalen Vergrößerung verwenden Sie die vertikalen Bedienelemente.

Horizontalzoom und Position

Mit der FFT-Zoomoption können Sie das FFT-Spektrum horizontal vergrößern, ohne dabei die Abtastrate zu verändern. Es gibt die Zoomfaktoren X1 (Grundeinstellung), X2, X5 und X10. Bei einem Zoomfaktor von X1 und dem im Raster zentrierten Signal liegt die linke Rasterlinie auf 0 Hz und die rechte Rasterlinie auf der Nyquist-Frequenz.

Wenn Sie den Zoomfaktor ändern, wird das FFT-Spektrum auf der mittleren Rasterlinie vergrößert. Mit anderen Worten ist die mittlere Rasterlinie der Bezugspunkt der horizontalen Vergrößerung.

Drehen Sie den Knopf **POSITION** im Bereich HORIZONTAL im Uhrzeigersinn, um das FFT-Spektrum nach rechts zu verschieben. Drücken Sie die Taste **AUF NULL SETZEN**, um die Spektrumsmitte auf die Rastermitte zu setzen.

Vertikalzoom und Position

Wenn das FFT-Spektrum angezeigt wird, werden die Kanal-Drehknöpfe im Bereich Vertikal zu vertikalen Zoom- und Positionssteuerungen für den jeweiligen Kanal. Über den Drehknopf VOLT/DIV lassen sich die Zoomfaktoren X0,5, X1 (Grundeinstellung), X2, X5 und X10 einstellen. Das FFT-Spektrum wird rund um den M-Marker vertikal vergrößert (Referenzpunkt des berechneten Signals auf der linken Bildschirmkante).

Drehen Sie den Knopf **VERTIKAL POSITION** im Uhrzeigersinn, um das Spektrum für den Quellkanal nach oben zu verschieben.

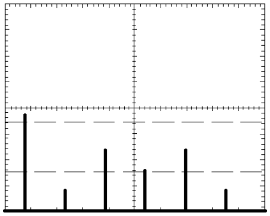
Messen eines FFT-Spektrums mithilfe von Cursorn

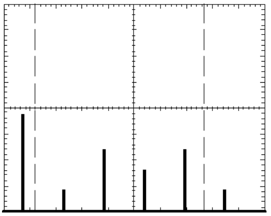
An FFT-Spektren lassen sich zwei Messungen vornehmen: Betrag (in dB) und Frequenz (in Hz). Der Betrag wird auf 0 dB bezogen, wobei 0 dB gleich 1 V_{eff} ist.

Mit den Cursorn können Sie Messungen mit jedem Zoomfaktor durchführen. Hierzu verfahren Sie wie folgt:

1. Drücken Sie die Taste **CURSOR**, um das Menü Cursor anzuzeigen.
2. Drücken Sie **Quelle ► MATH**.
3. Drücken Sie die Optionstaste **Typ**, um entweder **Amplitude** oder **Zeit** auszuwählen.
4. Verschieben Sie Cursor 1 und 2 mithilfe des Mehrfunktions-Drehknopfs.

Mit den horizontalen Cursorn messen Sie den Betrag, mit den vertikalen Cursorn die Frequenz. Die Differenz (Delta) zwischen den beiden Cursorn wird angezeigt, dem Wert an Cursorposition 1 und dem Wert an Cursorposition 2. Delta ist der absolute Wert von Cursor 1 minus Cursor 2.


Betrag-Cursor


Frequenzcursor

Sie können auch eine Frequenzmessung durchführen, ohne die Cursor zu verwenden. Hierzu drehen Sie den Knopf Horizontal Position, um einen Frequenzanteil auf der mittleren Rasterlinie zu platzieren, und lesen die Frequenz oben rechts von der Anzeige ab.

USB-Anschlüsse für Flash-Laufwerk und externe Geräte

In diesem Kapitel wird die Verwendung der USB-Anschlüsse (Universal Serial Bus) am Oszilloskop für die Ausführung der folgenden Aufgaben beschrieben:

- Speichern und Wiederabrufen von Signaldaten oder Setupdaten oder Speichern in einer Bildschirmgrafik
- Drucken eines Bildschirmbildes
- Übertragen von Signaldaten, Setupdaten oder eines Bildschirmbildes auf einen PC
- Steuern des Oszilloskops über Remote-Befehle

Wenn Sie die PC-Kommunikationssoftware einsetzen möchten, starten Sie die Online-Hilfe aus der Software heraus, und lesen Sie dort nach.

USB-Flash-Laufwerksanschluss

An der Vorderseite des Oszilloskops befindet sich ein USB-Flash-Laufwerksanschluss, an dem ein USB-Flash-Laufwerk für die Datenspeicherung eingesetzt werden kann. Daten können auf dem Flash-Laufwerk gespeichert und von diesem abgerufen werden.



USB-Flash-Laufwerksanschluss

HINWEIS. *Das Oszilloskop unterstützt nur Flash-Laufwerke mit einer Speicherkapazität von max. 2 GB.*

Um ein USB-Flash-Laufwerk anzuschließen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Richten Sie das USB-Flash-Laufwerk mit dem USB-Flash-Laufwerksanschluss auf dem Oszilloskop aus. Flash-Laufwerke sind so geformt, dass sich die Art der Anbringung von selbst erklärt.

2. Schieben Sie das Flash-Laufwerk in den Anschluss, bis es vollständig eingesteckt ist.

   Bei Flash-Laufwerken, die ein LED aufweisen, "blinkt" das Laufwerk, während Daten ein- oder ausgelesen werden. Das Oszilloskop zeigt ein Uhrensymbol an, wenn das Flash-Laufwerk aktiv ist.

   Nach dem Speichern oder Abrufen einer Datei hört die LED auf dem Laufwerk (wenn überhaupt vorhanden) auf zu blinken, und das Oszilloskop entfernt die Uhr. Eine Hinweiszeile wird angezeigt, die mitteilt, dass das Speichern oder Abrufen abgeschlossen ist.

Um ein USB-Flash-Laufwerk zu entfernen, warten Sie, bis die LED auf dem Laufwerk (falls überhaupt vorhanden) mit Blinken aufhört oder bis die Hinweiszeile aussagt, dass der Vorgang abgeschlossen ist, fassen Sie die Kante des Laufwerks, und entfernen Sie das Laufwerk von dem Anschluss.

Dauer des Einlesevorgangs für Flash-Laufwerke

Das Oszilloskop liest bei jeder Installation eines Laufwerks die interne Struktur eines USB-Flash-Laufwerks. Die Lesedauer hängt von der Größe des Flash-Laufwerks ab, von der Art der Laufwerksformatierung und von der Anzahl der Dateien, die auf dem Laufwerk gespeichert ist.

HINWEIS. *Um die Dauer des Einlesevorgangs von USB-Flash-Laufwerken mit einer Größe von 64 MB und mehr zu verkürzen, formatieren Sie das Laufwerk auf dem PC.*

Formatieren eines Flash-Laufwerks

Die Format-Funktion löscht alle Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk. Um ein Flash-Laufwerk zu formatieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.
2. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM.**, um das Menü Dienstprogramm aufzurufen.
3. Drücken Sie **Datei Dienstprogr. ► Weiter ► Formatieren**.
4. Wählen Sie die Option **Ja** aus, um das Flash-Laufwerk zu formatieren.

Flash-Laufwerk-Kapazitäten

Vom Oszilloskop können die folgenden Dateitypen und die folgende Anzahl von Dateien pro 1 MB USB-Flash-Laufwerksspeicher gespeichert werden:

- 5 Alle-speichern-Aktionen; (Siehe Seite 87, *Speichert alles*.) (Siehe Seite 123, *Alle speichern*.)
- 16 Bildschirm-Grafikdateien (Kapazität hängt vom Grafikformat ab); (Siehe Seite 89, *Bild speichern*.) (Siehe Seite 123, *Bild speichern*.)
- 250 Oscilloskopeinstellungs- (.SET) Dateien; (Siehe Seite 124, *Setup speichern*.)
- 18 Signal (.CSV) -Dateien; (Siehe Seite 125, *Signal speichern*.)

Konventionen für die Dateiverwaltung

Für das Oszilloskop gelten bei Datenspeicherungen die folgenden Konventionen für die Dateiverwaltung:

- Der verfügbare Speicherplatz auf dem USB-Flash-Laufwerk wird geprüft, bevor Dateien geschrieben werden. Falls nicht mehr genügend Speicherplatz zum Speichern der Dateien vorhanden ist, wird eine Warnmeldung angezeigt.
- Der Begriff „Ordner“ verweist auf einen Verzeichnisort auf dem USB-Flash-Laufwerk
- Das Standardverzeichnis für die Funktionen zum Speichern und Abrufen von Dateien ist das aktuelle Verzeichnis.
- A:\ ist der Stammordner.
- Beim Einschalten des Oszilloskops oder beim Einsetzen eines USB-Flash-Laufwerks nach dem Einschalten wird das aktuelle Verzeichnis auf A:\ zurückgesetzt.
- Dateinamen können bis zu acht Zeichen enthalten, gefolgt von einem Punkt und der Dateinamenerweiterung mit bis zu drei Zeichen.
- Auf dem Oszilloskop werden vom Betriebssystem des PC erstellte lange Dateinamen mit dem vom Betriebssystem gekürzten Dateinamen angezeigt.
- Dateinamen unterscheiden nicht zwischen Groß- und Kleinschreibung und werden in Großbuchstaben angezeigt.

Mit dem Menü Datei Dienstprogr. können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Das USB-Flash-Laufwerk formatieren

(Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)

Dateien mit einem USB-Flash-Laufwerk speichern und abrufen

Mit dem USB-Flash-Laufwerk kann auf zweierlei Weise die Speicherung von Dateien vorgenommen werden.

- über das Menü Speichern/Abrufen
- über die alternative Speicherfunktion der Schaltfläche PRINT

Mithilfe der folgenden Optionen des Menüs Speichern/Wiederabrufen können Sie Daten auf ein USB-Flash-Laufwerk schreiben oder von dort abrufen:

- Bild speichern
- Setup speichern
- Signal speichern
- Setup abrufen
- Signal abrufen

HINWEIS. *Die Taste PRINT kann als Taste SPEICHERN bei einer Schnellspeicherung von Dateien auf ein Flash-Laufwerk verwendet werden. Informationen zum gleichzeitigen Speichern vieler Dateien oder Speichern von Grafiken nacheinander finden Sie unter „Verwenden der Funktion Speichern der Taste PRINT“.* *(Siehe Seite 87, Verwenden der Funktion Speichern der Taste PRINT auf dem vorderen Bedienfeld.)*

Optionen Bild speichern, Setup speichern und Signal speichern

Über das Menü Speichern/Abrufen können Sie ein Bildschirmbild, die Oszilloskopeinstellungen oder die Signaldaten in eine Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk speichern.

Die Speichervorgänge laufen ähnlich ab. Um z. B. eine Bildschirmbild-Datei auf einem Flash-Laufwerk zu speichern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss ein.
2. Drücken Sie **DIENSTPGM. ► Optionen ► Drucker einrichten**, und legen Sie die folgenden Optionen fest:

Ink Saver	Ein, Aus	Bei Auswahl von Ein wird das Bildschirmbild auf weißem Hintergrund gedruckt.
Format	Hochformat, Querformat	Legt die Seitenausrichtung des bedruckten Mediums fest.

3. Greifen Sie auf die Bildschirmdarstellung zu, die Sie speichern möchten.
4. Drücken Sie die Taste **SPEICHERN/ABRUFEN** auf dem vorderen Bedienfeld.
5. Wählen Sie die Option **Aktion ► Bild speichern ► Speichern** aus.

   Das Oszilloskop speichert das Bildschirmbild in dem aktuellen Ordner und generiert automatisch den Dateinamen. (Siehe Seite 122, *Speichern/Abrufen*.)

Die Optionen Setup abrufen und Signal abrufen

Über das Menü Speichern/Abrufen können Sie die Oszilloskopeinstellungen oder die Signaldaten von einer Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk abrufen.

Die Abrufvorgänge laufen ähnlich ab. Um z. B. eine Signaldatei von einem USB-Flash-Laufwerk abzurufen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie das USB-Flash-Laufwerk, das das gewünschte Dateisignal enthält, in den USB-Flash-Laufwerksanschluss am vorderen Bedienfeld des Oszilloskops ein.
2. Drücken Sie die Taste **SPEICHERN/ABRUFEN** auf dem vorderen Bedienfeld.
3. Wählen Sie die Option **Aktion ► Signal abrufen ► Datei auswählen** aus.

   Mithilfe der Option Verzeichnis wechseln können Sie zu einem anderen Ordner auf dem Flash-Laufwerk navigieren.
4. Drehen Sie den Mehrzweck-Drehknopf, um die abzurufende Datei auszuwählen.

   Bei der Durchführung des Bildlaufs ändern sich in der Option Abrufen der Dateiname.

5. Wählen Sie die Option **In**, und geben Sie an, an welchem Referenzspeicherort das Signal zu RefA oder RefB abgerufen werden kann. RefC und RefD sind in 4-Kanal-Modellen verfügbar.

6. Drücken Sie die Optionstaste **FnnnnCHx.CSV abrufen**, wobei FnnnnCHx.CSV der Name der Signaldatei ist.

HINWEIS. *Bei Ordnern auf dem Flash-Laufwerk, die eine Signaldatei enthalten, aktivieren Sie die Option* ***SPEICHERN/ABRUFEN ► Aktion ►Signal abrufen ► In****, und geben Sie den Referenzspeicherort an, um die Wellenform abzurufen. Der Name der Datei wird in der Option* ***Abrufen*** *angezeigt.(Siehe Seite 122, Speichern/Abrufen.)*

Verwenden der Funktion Speichern der Taste PRINT auf dem vorderen Bedienfeld

Die Taste PRINT auf dem vorderen Bedienfeld kann so festgelegt werden, dass als alternative Funktion die Daten auf ein USB-Flash-Laufwerk geschrieben werden. Um die Funktion der PRINT-Taste auf Daten speichern festzulegen, greifen Sie auf eine der folgenden Optionen zu:

- **SPEICHERN/ABRUFEN ► Alle speichern ► Taste PRINT**
- **DIENSTPGM. ►Optionen ► Drucker einrichten**.

HINWEIS. *Eine LED neben der Taste PRINT leuchtet. Damit wird die alternative Funktion SPEICHERN angegeben, mit der Daten auf die USB-Flash-Laufwerk geschrieben werden.*

Speichert alles

Mit der Option Speichert alles können Sie die aktuellen Oszilloskopinformationen in Dateien auf dem USB-Flash-Laufwerk speichern. Für eine einzelne "Speichert alles"-Aktion wird normalerweise weniger als 700 KB Speicherplatz auf dem USB-Flash-Laufwerk benötigt.

Bevor Daten auf den USB-Flash-Laufwerk gespeichert werden können, müssen Sie die Taste PRINT für die alternative Funktion SPEICHERN

konfigurieren. Wählen Sie dazu die Option **SPEICHERN/ABRUFEN ► Alle speichern ► Taste PRINT ► Speichert alles**.

Um alle Oszilloskopdateien auf ein USB-Flash-Laufwerk zu speichern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss ein.

2. Um den Ordner, der als aktuelle Verzeichnis vorgesehen ist, zu wechseln, drücken Sie die Optionstaste **Verzeichnis auswählen**.

Das Oszilloskop erstellt einen neuen Ordner im aktuellen Ordner jedes Mal, wenn Sie die Taste PRINT auf dem vorderen Bedienfeld drücken, und generiert automatisch einen Ordnernamen.

3. Einrichten des Oszilloskops zum Erfassen Ihrer Daten

4. Drücken Sie die Taste **PRINT** (SPEICHERN).

Das Oszilloskop erstellt einen neuen Ordner im Flash-Laufwerk und speichert den Bildschirminhalt, die Signaldaten und die Einstellungsdaten in separaten Dateien in dem neuen Ordner unter Verwendung der aktuellen Einstellungen für das Oszilloskop und die Dateiformate. Das Verzeichnis wird ALLnnnn benannt. (Siehe Seite 122, *Speichern/Abrufen*.)

Um die mit der Funktion Speichert alles erstellte Dateienliste anzuzeigen, greifen Sie auf das Menü **DIENSTPGM. ►Datei Dienstprogr** zu.

Quelle	Dateiname
CH(x)	FnnnnCHx.CSV, wobei nnnn eine automatisch erzeugte Ziffer ist und x für die Kanalnummer steht.
MATH	FnnnnMTH.CSV
Ref(x)	FnnnnRFx.CSV, wobei es sich bei x um den Buchstaben des Referenzspeichers handelt.
Bildschirmabbildung	FnnnnTEK.???, wobei ??? das aktuelle Dateiformat ist.
Einstellungen	FnnnnTEK.SET

Dateityp	Inhalt und Verwendung
.CSV	Enthält ASCII-Textzeichenfolgen, in denen die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind. Sie können CSV-Dateien in eine Vielzahl von Anwendungen für Tabellenkalkulationen und mathematische Analyse importieren.
.SET	Enthält eine ASCII-Textzeichenauflistung der Oszilloskopeinstellungen. Informationen zum Dekodieren von Zeichenketten finden Sie unter *Programmieranleitung der Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B und TPS2000*.
Bildschirmdarstellungen	Importieren von Dateien in Tabellenkalkulations- und Textverarbeitungsanwendungen. Der Typ der Bilddatei hängt von der jeweiligen Anwendung ab.

HINWEIS. *Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen so lange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird.*

Bild speichern

Mit dieser Option können Sie den Oszilloskopbildschirm in einer Datei namens TEKnnnn.??? speichern, wobei .??? für das aktuelle Bild speichern-Format steht. In der folgenden Tabelle sind die Dateiformate aufgeführt.

Dateiformat	Erweiterung	Anmerkung
BMP	BMP	Bei diesem Bitmap-Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet. Das Format ist mit den meisten Textverarbeitungs- und Tabellenkalkulationsprogrammen kompatibel. Dies ist das Standardformat.
EPSIMAGE	EPS	Postscript-Format

Dateiformat	Erweiterung	Anmerkung
JPEG	JPG	Dieses Bitmapformat verwendet einen verlustreichen Komprimierungsalgorithmus. Es ist allgemein gebräuchlich bei Digitalkameras und anderen digitalen fotografischen Anwendungen.
PCX	PCX	DOS-Paintbrush-Format
RLE	RLE	Run-Length Encoding (Lauflängenkodierung); bei diesem Format wird ein verlustfreier Kompressionsalgorithmus verwendet.
TIFF	TIF	Tagged Image File Format

Bevor Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk gespeichert werden können, müssen Sie die Taste PRINT für die alternative Funktion SPEICHERN konfigurieren. Wählen Sie dazu die Option **SPEICHERN/ABRUFEN ► Alle speichern ► Taste PRINT ► Speichert alles**. Die LED SPEICHERN neben der PRINT-Taste leuchtet auf, um auf die alternative Funktion hinzuweisen.

Um den Bildschirminhalt auf ein USB-Flash-Laufwerk zu speichern, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Setzen Sie ein USB-Flash-Laufwerk in den USB-Flash-Laufwerksanschluss ein.

2. Um den Ordner, der als aktuelle Verzeichnis vorgesehen ist, zu wechseln, drücken Sie die Optionstaste **Verzeichnis auswählen**.

3. Greifen Sie auf die Bildschirmdarstellung zu, die Sie speichern möchten.

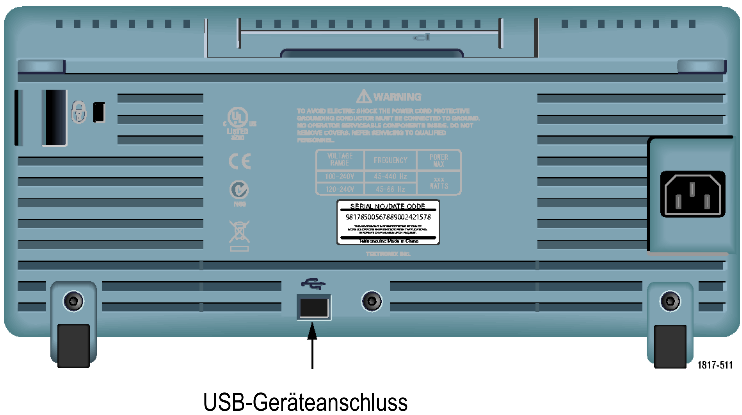
4. Drücken Sie die Taste **PRINT** (SPEICHERN).

Das Oszilloskop speichert den Bildschirminhalt und generiert automatisch den Dateinamen.

Um die mit der Funktion Speichert alles erstellte Dateienliste anzuzeigen, greifen Sie auf das Menü **DIENSTPGM. ► Datei Dienstprogr** zu.

USB-Geräteanschluss

Mithilfe eines USB-Kabels können Sie das Oszilloskop an einen PC oder an einen mit PictBridge kompatiblen Drucker anschließen. Der USB-Geräteanschluss befindet sich auf der Rückseite des Oszilloskops.



Installieren der PC-Kommunikationssoftware auf einem PC

Bevor Sie das Oszilloskop an einen PC anschließen, müssen Sie die PC-Kommunikationssoftware von der CD installieren, die mit dem Oszilloskop mitgeliefert wurde.

⚠ **VORSICHT.** *Wenn Sie das Oszilloskop an den PC anschließen, ohne zuvor die Software installiert zu haben, erkennt der PC das Oszilloskop nicht. Der PC bezeichnet das Oszilloskop als Unbekanntes Gerät und kommuniziert mit ihm nicht. Um dies zu vermeiden, installieren Sie die Software auf dem PC, bevor Sie das Oszilloskop an den PC anschließen.*

HINWEIS. *Achten Sie darauf, nur die gleiche oder eine neuere Version der PC-Kommunikationssoftware zu verwenden, die im Lieferumfang des Oszilloskops enthalten ist.*

Die Software für Ihr Oszilloskop ist über die Softwaresuche auf der Tektronix-Website verfügbar.

Um die PC-Kommunikationssoftware zu installieren, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Legen Sie in das CD-Laufwerk des PC die CD-ROM ein, die im Lieferumfang des Oszilloskops enthalten ist. Der InstallShield-Assistent wird geöffnet.
2. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.
3. Beenden Sie den InstallShield-Assistenten.

Verbindung zu einem PC herstellen

Nach der Installation der Software auf dem PC können Sie das Oszilloskop mit dem PC verbinden.

HINWEIS. *Sie müssen die Software installieren, bevor sie das Oszilloskop an den PC anschließen.* *(Siehe Seite 91, Installieren der PC-Kommunikationssoftware auf einem PC.)*

Um das Oszilloskop mit dem PC zu verbinden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Schalten Sie das Oszilloskop ein.
2. Stecken Sie das eine Ende des USB-Kabels in den USB-Geräteanschluss an der Rückseite des Oszilloskops.
3. Schalten Sie den PC ein.
4. Stecken Sie das andere Kabelende in den gewünschten USB-Anschluss am PC.
5. Wenn die Meldung Found New Hardware (Neue Hardware gefunden) angezeigt wird, befolgen Sie die Anweisungen des Assistenten für gefundene neue Hardware auf dem Bildschirm.

   Suchen Sie die zu installierende Hardware NICHT im Web.
6. Bei einem Windows XP-System befolgen Sie diese Schritte:
   a. Wenn das Dialogfeld für Tektronix PictBridge angezeigt wird, klicken Sie auf „Abbrechen“.

b. Bei Aufforderung wählen Sie die Option aus, die Windows anweist, NICHT mit Windows Update die Verbindung herzustellen, und klicken Sie auf Weiter.

c. Im nächsten Fenster sollte angezeigt werden, dass Software für ein USB-Test- und Messgerät installiert wird. Wenn die Software für das USB-Test- und Messgerät nicht angezeigt wird, ist die mit dem Oszilloskop zur Verfügung gestellte Software nicht ordnungsgemäß installiert.

d. Wählen Sie die Option aus, die die Software automatisch installiert (empfohlene Option), und klicken Sie auf Weiter.

Windows installiert für das Oszilloskop den Treiber.

e. Wenn in Schritt c das USB-Test- und Messgerät nicht angezeigt wird, oder wenn Windows den Softwaretreiber nicht finden kann, ist die mit dem Oszilloskop zur Verfügung gestellte Software nicht ordnungsgemäß installiert.

Klicken Sie in solchen Situationen auf Abbrechen, um den Assistenten für gefundene neue Hardware zu beenden. VERHINDERN Sie, dass der Assistent die Installation fertig stellt.

Trennen Sie das USB-Kabel vom Oszilloskop, und installieren Sie die mit dem Oszilloskop zur Verfügung gestellte Software von der CD.

Schließen Sie das Oszilloskop erneut an den PC an, und befolgen Sie die Schritte 6a, 6b, 6c und 6d.

f. Klicken Sie auf „Fertig stellen“

g. Wenn das Dialogfeld „Test- und Messgerät“ angezeigt wird, wählen Sie die von Windows gewünschte Aktion aus, und klicken Sie auf OK.

7. Für Systeme mit Windows 2000:

a. Bei Aufforderung wählen Sie die Option aus, die Windows anweist, eine Liste bekannter Treiber anzuzeigen, und klicken Sie auf Weiter.

b. Wählen Sie im nächsten Fenster USB-Test- und Messgerät aus. Wenn keine Auswahl für das USB-Test- und Messgerät

angezeigt wird, wurde die mit dem Oszilloskop zur Verfügung gestellte Software nicht ordnungsgemäß installiert.

c. Klicken Sie im nächsten Fenster auf Weiter, damit Windows den Treiber für das Oszilloskop installiert.

Windows installiert für das Oszilloskop den Treiber.

d. Wenn in Schritt b das USB-Test- und Messgerät nicht angezeigt wird, oder wenn Windows den Softwaretreiber nicht finden kann, ist die mit dem Oszilloskop zur Verfügung gestellte Software nicht ordnungsgemäß installiert.

Klicken Sie in solchen Situationen auf Abbrechen, um den Assistenten für gefundene neue Hardware zu beenden. VERHINDERN Sie, dass der Assistent die Installation fertig stellt.

Trennen Sie das USB-Kabel vom Oszilloskop, und installieren Sie die mit dem Oszilloskop zur Verfügung gestellte Software von der CD.

Schließen Sie das Oszilloskop erneut an den PC an, und befolgen Sie die Schritte 7a, 7b und 7c.

8. Wählen Sie bei Aufforderung „Fertig stellen“.

9. Wenn Sie von Windows aufgefordert werden, eine CD einzulegen, klicken Sie auf „Abbrechen“.

10. Führen Sie die PC-Kommunikationssoftware auf dem PC aus.

11. Wenn das Oszilloskop und der PC nicht miteinander kommunizieren, schlagen Sie in der Online-Hilfe und Dokumentation zur PC-Kommunikationssoftware nach.

Herstellen der Verbindung mit einem GPIB-System

Wenn Sie zwischen dem Oszilloskop und einem GPIB-System kommunizieren möchten, verwenden Sie einen TEK-USB-488-Adapter und gehen folgendermaßen vor:

1. Schließen Sie das Oszilloskop mit einem USB-Kabel an einen TEK-USB-488-Adapter an.

Im Anhang Zubehör finden Sie Informationen zum Bestellen von Adaptern. (Siehe Seite 169, *Zubehör*.)

2. Schließen Sie den TEK-USB-488-Adapter mit einem GPIB-Kabel an das GPIB-System an.

3. Drücken Sie die Optionstaste **DIENSTPGM. ► Optionen ► GPIB Einstellung ► Adresse**, wählen Sie die entsprechende Adresse für den Adapter aus, oder verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf. Die Standard-GPIB-Adresse lautet 1.

4. Führen Sie die GPIB-Software auf dem GPIB-System aus.

5. Wenn das Oszilloskop und das GPIB-System nicht miteinander kommunizieren, lesen Sie die Informationen über die Software für das GPIB-System und im Benutzerhandbuch für den TEK-USB-488-Adapter nach, um das Problem zu lösen.

Befehlseingabe

HINWEIS. *Die vollständigen Befehlsinformationen finden Sie in der Programmieranleitung für die Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B und TPS2000 (Bestellnummer 071-1075-XX).*

Anschließen an einen Drucker

Wenn Sie das Oszilloskop an einen zu PictBridge kompatiblen Drucker anschließen, können Sie das Oszilloskop und den Drucker an- oder ausschalten. Um das Oszilloskop an einen PictBridge-kompatiblen Drucker anzuschließen, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Stecken Sie das eine Ende des USB-Kabels in den USB-Geräteanschluss des Oszilloskops.
2. Stecken Sie das andere Kabelende in den PictBridge-Anschluss des PictBridge-kompatiblen Druckers. Lesen Sie in der Produktdokumentation Ihres Druckers nach, wo sich der Anschluss befindet.
3. Um die Verbindung zu testen, richten Sie das Oszilloskop zum Drucken so ein, wie dies in der nächsten Prozedur beschrieben ist.

HINWEIS. *Das Oszilloskop wird vom Drucker nur erkannt, wenn der Drucker eingeschaltet ist.*

Wenn Sie vom Oszilloskop aufgefordert werden, einen Drucker anzuschließen, und dieser Drucker angeschlossen ist, müssen Sie den Drucker einschalten.

Drucken eines Bildschirminhalts

Zum Einrichten eines PictBridge-kompatiblen Druckers gehen Sie wie folgt vor:

1. Schalten Sie Oszilloskop und Drucker ein.
2. Drücken Sie die Taste **DIENSTPGM. ► Optionen ► Drucker einrichten ► Taste PRINT**, und wählen Sie die Option **Druckt** aus.
3. Legen Sie die Option **Ink Saver** auf die Standardeinstellung **Ein** fest.
4. Drücken Sie die Optionstasten **- Weiter - Seite 2 von 3** und **- Weiter - Seite 3 von 3**, um den Drucker einzurichten. Das Oszilloskop fragt den Drucker ab und zeigt nur die Optionen und Werte an, die vom Drucker unterstützt werden.

   Wenn Sie sich bei der Auswahl der Einstellungen nicht sicher sind, wählen Sie für jede Option den Standardwert.
5. Zum Drucken einer Bildschirmdarstellung drücken Sie die Taste **PRINT** auf dem vorderen Bedienfeld.

   Das Oszilloskop benötigt einige Sekunden zum Erfassen der Bildschirmdarstellung. Wie lange es dauert, hängt von den Druckereinstellungen und der Druckgeschwindigkeit ab. Je nach ausgewähltem Format kommen noch einige Sekunden hinzu.

HINWEIS. *Während der Drucker druckt, können Sie das Oszilloskop ganz normal weiter verwenden.*

6. Falls das Drucken fehlschlägt, überprüfen Sie, dass das USB-Kabel an den PictBridge-Anschluss des Druckers angeschlossen ist, und versuchen Sie es erneut.

HINWEIS. *Das Oszilloskop speichert diese Einstellungen so lange, bis sie geändert werden, selbst wenn die Taste GRUNDEINSTELLUNG betätigt wird, oder Sie das Oszilloskop ausschalten.*

HINWEIS. *Um das Übertrages des Bildschirminhalts an den Drucker zu beenden, drücken Sie* ***Druckvorgang abbrechen****.*

Referenz

In diesem Kapitel werden die Menüs und Bedienungsdetails zu den einzelnen Menütasten oder Drehknöpfen auf dem vorderen Bedienfeld erläutert.

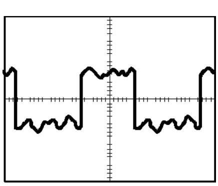
Erfassen

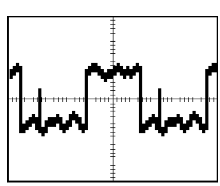
Drücken Sie die Taste ERFASSUNG, um die Erfassungsparameter festzulegen.

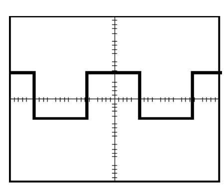
Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Normale Abtastung		Hierbei handelt es sich um die Grundeinstellung, die sich zur Erfassung und präzisen Anzeige der meisten Signale eignet.
Spitzenwert		Wird zur Erkennung von Glitches und zur Reduzierung von Aliasing eingesetzt.
Mittelwert		Reduziert unkorreliertes Rauschen in der Signalanzeige. Die Anzahl der Mittelwerte kann ausgewählt werden.
Mittelwerte	4, 16, 64, 128	Zum Auswählen der Anzahl von Mittelwerten

Wichtige Punkte

Wenn Sie ein rauschendes Rechtecksignal mit intermittierenden, schmalen Glitches testen, wird das Signal je nach ausgewähltem Erfassungsmodus unterschiedlich dargestellt.

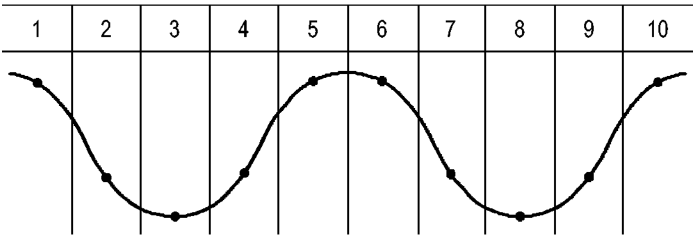

Normale Abtastung


Spitzenwert


Mittelwert

Normale Abtastung. Verwenden Sie Normale Abtastung, um 2500 Punkte zu erfassen und mit der Einstellung SEC/DIV anzuzeigen. Dieser Modus ist der Standardmodus.

Erfassungsintervalle im Abtastmodus (2500)



• Abtastpunkte

Im Abtastmodus wird in jedem Intervall ein einzelner Abtastpunkt erfasst.

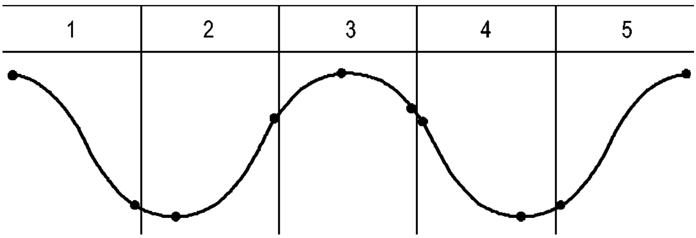
Das Oszilloskop weist folgende Abtastraten auf:

- Minimal 500 MS/s für 40 MHz-Modelle
- Maximal 1 GS/s bei 60 MHz- oder 100 MHz-Modellen
- Maximal 2 GS/s bei 200 MHz-Modellen

Bei einer Einstellung von 100 ns oder mehr werden in diesem Abtastmodus keine 2500 Punkte erfasst. In diesem Fall interpoliert der digitale Signalprozessor die Punkte zwischen den Abtastpunkten, um einen Kurvenzug mit 2500 Punkten zu erstellen.

Spitzenwert. Den Spitzenwerterfassungsmodus verwenden Sie, um schmale Glitches bis zu 10 ns zu erkennen und die Möglichkeit für Aliasing zu verringern. Dieser Modus ist bei einer SEC/DIV-Einstellung von 5 ms/div oder langsamer effektiv.

Erfassungsintervalle im Spitzenwerterfassungsmodus (1250)

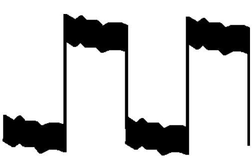


• Angezeigte Abtastpunkte

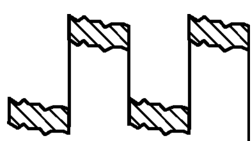
Beim Spitzenwerterfassungsmodus werden die höchsten und niedrigsten in einem Intervall erfassten Spannungen angezeigt.

HINWEIS. *Wenn Sie die SEC/DIV-Einstellung auf 2,5 ms/div oder schneller einstellen, wechselt der Erfassungsmodus auf Normale Abtastung, da die Abtastrate hoch genug ist, sodass keine Spitzenwerterfassung erforderlich ist. Allerdings zeigt das Oszilloskop keine Meldung an, um auf den auf Abtastung geänderten Modus hinzuweisen.*

Wenn das Signal über ein hinreichendes Rauschen verfügt, weist eine typische Spitzenwertanzeige große schwarze Bereiche auf. Zur Verbesserung der Anzeigeleistung wird dieser Bereich mit Diagonallinien dargestellt.



Typische Spitzenwertanzeige



Spitzenwertanzeige bei Modell TDS1000B/2000B

Mittelwert. Verwenden Sie den Mittelwerterfassungsmodus, um unkorreliertes Rauschen eines Signals, das Sie anzeigen möchten, zu reduzieren. Die Daten werden im Abtastmodus erfasst, und anschließend wird daraus der Mittelwert gebildet.

Wählen Sie die Anzahl der Erfassungen aus (4, 16, 64 oder 128), aus denen der Mittelwert des Signals gebildet werden soll.

Taste RUN/STOP. Drücken Sie die Taste RUN/STOP, wenn das Oszilloskop kontinuierlich Signale erfassen soll. Drücken Sie die Taste erneut, um die Erfassung zu beenden.

Taste EINZELFOLGE. Drücken Sie die Taste EINZELFOLGE, wenn das Oszilloskop eine Einzelfolge erfassen und dann anhalten soll. Jedes Mal, wenn Sie die Taste EINZELFOLGE drücken, beginnt das Oszilloskop mit der Erfassung eines anderen Signals. Nachdem das Oszilloskop einen Trigger erkannt hat, wird die Erfassung abgeschlossen und angehalten.

Erfassungsmodus	Taste EINZELFOLGE
Normale Abtastung, Spitzenwert	Nach Abschluss einer Erfassung ist die Erfassungssequenz beendet.
Mittelwert	Die Erfassungssequenz ist beendet, wenn die definierte Anzahl von Erfassungen erreicht ist; (Siehe Seite 99, *Erfassen*.)

Abtastmodus-Anzeige. Der Erfassungsmodus Horizontale Abtastung (auch als Rollmodus bezeichnet) wird zur kontinuierlichen Überwachung von Signalen verwendet, die sich langsam ändern. Die aktualisierten Signale werden von links nach rechts auf dem Oszilloskopbildschirm dargestellt, wobei alte Punkte durch die Anzeige neuer Punkte überschrieben werden. Ein beweglicher, eine Teilung breiter leerer Bereich auf dem Bildschirm trennt die neuen Signalpunkte von den alten.

Das Oszilloskop schaltet auf den Abtastmodus um, wenn Sie den Drehknopf SEC/DIV auf 100 ms/div oder langsamer einstellen und im Menü TRIGGER die Option Auto-Modus auswählen.

Um den Abtastmodus zu deaktivieren, drücken Sie die Menütaste TRIG MENU und stellen den Modus Normal ein.

Anhalten der Erfassung. Während die Erfassung läuft, wird das Signal „live“ angezeigt. Wenn Sie die Taste RUN/STOP drücken und die Erfassung anhalten, wird die Anzeige eingefroren. Das angezeigte Signal lässt sich beide Male über die vertikalen und horizontalen Bedienelemente skalieren und positionieren.

Bereich

Wenn Sie die Taste BEREICH drücken, aktiviert bzw. deaktiviert das Oszilloskop die automatische Bereichseinstellung. Eine neben der Taste BEREICH aufleuchtende LED weist darauf hin, dass die Funktion aktiv ist.

Diese Funktion passt die Einstellungen automatisch an, um ein Signal zu verfolgen. Bei Änderung des Signals wird das Signal weiterhin verfolgt. Beim Einschalten des Oszilloskops ist die automatische Bereichseinstellung stets deaktiviert.

Optionen	Anmerkung
Automatische Bereichseinstellung	Aktivierung oder Deaktivierung der automatischen Bereichseinstellung; bei Aktivierung leuchtet die benachbarte LED auf.
Vertikal und horizontal	Verfolgung und Anpassung beider Achsen.
Nur vertikal	Verfolgung und Anpassung der vertikalen Skala; die horizontalen Einstellungen bleiben unverändert.
Nur horizontal	Verfolgung und Anpassung der horizontalen Skala; die vertikalen Einstellungen bleiben unverändert.
Autom. Bereich rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Unter folgenden Bedingungen werden die Einstellungen automatisch angepasst:

- Zu viele oder zu wenige Signalperioden für eine klare Darstellung der Triggerquelle (außer bei Nur Vertikal)
- Signalamplitude zu groß oder zu klein (außer bei Nur Horizontal)
- Veränderung des idealen Triggerpegels

Wenn Sie die Taste AUTO MESSBEREICH drücken, stellt sich das Oszilloskop automatisch so ein, dass eine brauchbare Darstellung des Eingangssignals auf dem Bildschirm angezeigt wird.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Abtastwert
Anzeigeformat	YT

Funktion	Einstellung
Nachleuchten der Darstellung	Aus
Horizontale Position	Eingestellt
Horizontalansicht	Haupt-
RUN/STOP	AUSFÜHREN
SEC/DIV	Eingestellt
Triggerkopplung	Gleichstrom
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Eingestellt
Triggermodus	Flanke
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Bb-Begrenzung	Aus
Vertikale Kopplung	Gleichstrom
Vertikales Invertieren	Aus
VOLTS/DIV	Eingestellt

Durch die folgenden Änderungen an der Einstellung des Oszilloskops wird die automatische Bereichseinstellung deaktiviert:

- VOLTS/DIV deaktiviert die automatische Einstellung des vertikalen Bereichs.
- SEC/DIV deaktiviert die automatische Einstellung des horizontalen Bereichs.
- Anzeigen oder Entfernen eines Kanalsignals
- Triggereinstellungen
- Erfassungsmodus Einzelfolge
- Abrufen eines Setups
- XY-Anzeigeformat
- Nachleuchten

Die automatische Bereichseinstellung ist in der Regel in den folgenden Situationen besser geeignet als Auto-Setup:

- Analyse eines sich dynamisch ändernden Signals
- Schneller Vergleich einer Folge unterschiedlicher Signale ohne Ändern der Einstellungen des Oszilloskops. Dies ist sehr hilfreich, wenn Sie zwei Tastköpfe gleichzeitig verwenden müssen oder in der einen Hand einen Tastkopf und in der anderen etwas anderes halten.
- Festlegen, welche Einstellungen das Oszilloskop automatisch anpasst

Wenn die Frequenz der Signale schwankt, ihre Amplituden einander jedoch ähneln, können Sie die automatische Bereichseinstellungsoption Nur horizontal verwenden. Das Oszilloskop passt die horizontalen Einstellungen an, die vertikalen Einstellungen werden jedoch unverändert beibehalten. Auf diese Weise können Sie die Amplitude des Signals visuell abschätzen, ohne dass Änderungen der vertikalen Skala zu befürchten sind. Die Option Nur vertikal hat eine vergleichbare Auswirkung. Es werden nur vertikale Parameter angepasst, und die horizontalen Einstellungen werden unverändert beibehalten.

Auto-Setup

Wenn Sie die Taste AUTO-SETUP drücken, identifiziert das Oszilloskop die Signalart und stellt sich selbst so ein, dass eine brauchbare Anzeige des Eingangssignals auf dem Bildschirm erscheint.

Funktion	Einstellung
Erfassungsmodus	Auf Abtastmodus oder Spitzenwerterfassung eingestellt.
Cursor	Aus
Anzeigeformat	Auf YT eingestellt
Anzeigetyp	Bei Videosignalen auf Punkte eingestellt, bei einem FFT-Spektrum auf Vektoren. Ansonsten unverändert.
Horizontale Position	Eingestellt
SEC/DIV	Eingestellt

Funktion	Einstellung
Triggerkopplung	Eingestellt auf DC, Noise reject oder HF reject
Trigger-Holdoff	Minimum
Triggerpegel	Auf 50 % setzen
Triggermodus	Automatisch
Triggerquelle	Eingestellt; lesen Sie die Informationen im Anschluss an diese Tabelle; Auto-Setup kann nicht bei EXT, TRIG-Signal verwendet werden.
Triggerflanke	Eingestellt
Triggerart	Flanke oder Video
Trigger Video-Polarität	Normal
Trigger Video-Synchronisation	Eingestellt
Trigger Videostandard	Eingestellt
Vertikale Bandbreite	Voll
Vertikale Kopplung	DC (wenn zuvor Masse ausgewählt wurde). Bei Videosignal AC, ansonsten unverändert.
VOLTS/DIV	Eingestellt

Mit der Funktion Auto-Setup lassen sich alle Kanäle auf Signale hin untersuchen und Signale entsprechend anzeigen. Auto-Setup bestimmt außerdem die Triggerquelle anhand folgender Bedingungen:

- Falls mehrere Kanäle Signale aufweisen, zeigt das Oszilloskop den Kanal mit dem niederfrequentesten Signal an.
- Wenn keine Signale gefunden werden, zeigt das Oszilloskop den Kanal mit der niedrigsten Nummer an, wenn Auto-Setup aufgerufen wird.
- Wenn keine Signale gefunden werden und keine Kanäle angezeigt werden, zeigt das Oszilloskop Kanal 1 an und verwendet diesen.

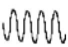
Wenn Sie Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop den Signaltyp nicht bestimmen kann, stellt es die Horizontal- und Vertikalskala ein und führt dann die automatischen Messungen Mittelwert und Spitze-zu-Spitze durch.

Die Auto-Setup-Funktion ist in der Regel in den folgenden Situationen besser geeignet als die automatische Bereichseinstellung:

- Fehlersuche bei einem stabilen Signal
- Automatische Anzeige von Messungen des Signals
- Einfaches Ändern der Darstellung des Signals. Zum Beispiel bei der Anzeige nur eines Zyklus des Signals oder der steigenden Flanke des Signals.
- Anzeigen von Video- oder FFT-Signalen

Sinussignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Sinussignal ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Sinussignal	Details
 Multi-Zyklus-Sinussignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Zyklus-Effektivwert, Frequenz, Periode und Spitze-zu-Spitze an.
 Einzelzyklus-Sinussignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Mittelwert und Spitze-zu-Spitze an.
 FFT	Wandelt das Zeitbereichs-Eingangssignal in seine Frequenzanteile um und zeigt das Ergebnis als Graph der Frequenz gegenüber dem Betrag (Spektrum) an. Da es sich hierbei um eine mathematische Berechnung handelt, finden Sie weitere Informationen im Kapitel *Math-FFT*.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Rechtecksignal oder Impuls

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass das Signal einem Rechtecksignal oder Impuls ähnelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Rechtecksignal oder	Details
 Multi-Zyklus-Rechtecksignal	Zeigt mehrere Zyklen mit entsprechender vertikaler und horizontaler Skalierung an; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Spitze-zu-Spitze, Mittelwert, Periode und Frequenz an.
 Einzelzyklus-Rechtecksignal	Hier wird die Horizontalskala so eingestellt, dass ungefähr ein Zyklus des Signals dargestellt wird; das Oszilloskop zeigt die automatischen Messungen für Min, Max, Mittelwert und positive Breite an.
 Steigende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Anstiegszeit und Spitze-zu-Spitze an.
 Fallende Flanke	Das Oszilloskop zeigt die Flanke und die automatischen Messungen für Abfallzeit und Spitze-zu-Spitze an.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

Videosignal

Wenn Sie die Funktion Auto-Setup verwenden und das Oszilloskop feststellt, dass es sich bei dem Signal um ein Videosignal handelt, werden folgende Optionen angezeigt:

Videosignal-Optionen	Details
 Halbbilder ► Alle Halbbild	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert auf jedes Halbbild.
 Zeilen ► Alle Zeilen	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt; das Oszilloskop triggert auf jede Zeile.
 Zeilen ► Nummer	Eine komplette Zeile mit Teilen der vorausgehenden und folgenden Zeile wird angezeigt. Wählen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eine bestimmte Zeilennummer aus, die das Oszilloskop als Trigger verwenden soll.

Videosignal-Optionen	Details
 Ungerade Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die ungeraden Halbbilder.
 Gerade Halbbilder	Es werden mehrere Halbbilder angezeigt, und das Oszilloskop triggert nur auf die geraden Halbbilder.
Auto-Setup rückgängig	Das Oszilloskop zeigt wieder die vorherige Einstellung an.

HINWEIS. *Mit Videosignal-Auto-Setup wird die Option Darstellung auf Punkte eingestellt.*

Cursor

Drücken Sie die Taste CURSOR, um die Messcursor und das Cursor-Menü anzuzeigen. Ändern Sie dann mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Position eines Cursors.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ [1]	Zeit, Amplitude, Aus	Dient zur Auswahl und Anzeige der Messcursor; bei Zeit wird die Zeit und Frequenz gemessen, bei Amplitude die Amplitude, zum Beispiel von Stromstärke oder Spannung.
Quelle	CH1, CH2, CH3 [2], CH4 [2], Math, RefA, RefB, RefC [2], RefD [2]	Hiermit wird das Signal ausgewählt, an dem Cursormessungen vorgenommen werden sollen. Die Messung erscheint in den Cursoranzeigen.
Δ		Zeigt den Absolutwert der Differenz (Delta) zwischen den Cursorn an.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Cursor 1 Cursor 2		Zeigt die gewählte Cursorposition an (Zeit wird auf den Triggerpunkt bezogen, Amplitude wird in Bezug auf die Masse gemessen).

1 Bei einer Math-FFT-Quelle werden Frequenz und Betrag gemessen.

2 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Delta (Δ)-Werte variieren bei den folgenden Cursorarten:

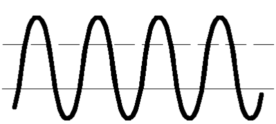
- Zeitcursor zeigen Δt, 1/ Δt und ΔV (oder ΔI, ΔVV usw.) an
- Amplitudencursor und Betrag- Cursor (Math-FFT-Quelle) zeigen ΔV, ΔI, ΔVV usw. an
- Frequenz-Cursor (Math-FFT-Quelle) zeigen 1/ΔHz und ΔdB an

HINWEIS. *Das Oszilloskop muss ein Signal anzeigen, damit die Cursor und Cursor-Anzeigen erscheinen.*

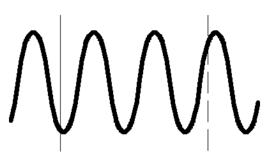
HINWEIS. *Bei Verwendung von Zeit-Cursorn zeigt das Oszilloskop die Zeit- und Amplitudenwerte für jedes Signal an.*

Wichtige Punkte

Cursorbewegung. Verschieben Sie Cursor 1 oder Cursor 2 mit dem Mehrfunktions-Drehknopf. Die Cursor können Sie nur bei angezeigtem Cursor-Menü verschieben. Der aktive Cursor wird durch eine durchgehende Linie dargestellt.



Amplituden-Cursor



Zeit-Cursor

Grundeinstellung

Wenn Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG drücken, werden die meisten, aber nicht alle Einstellungen und Optionen des Oszilloskops auf die werkseitige Grundseinstellung zurückgesetzt. Anhang D enthält eine Liste der Standardeinstellungen, die abgerufen werden.

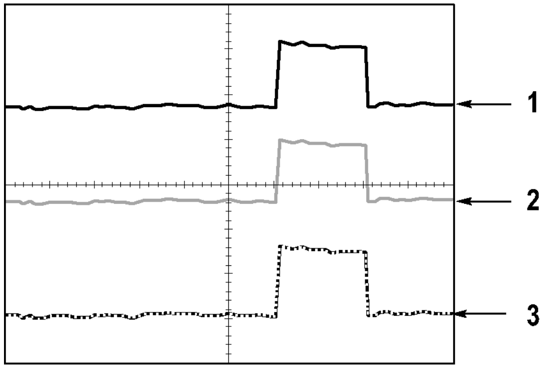
Anzeige

Drücken Sie die Taste DISPLAY, um auszuwählen, auf welche Art Signale angezeigt werden sollen, und um das Erscheinungsbild der gesamten Anzeige zu ändern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Typ	Interpol., Punkte	Vektoren füllen den Zwischenraum zwischen benachbarten Abtastpunkten in der Anzeige. Punkte stellen jeweils nur einzelne Abtastpunkte dar.
Nachleuchten	AUS, 1 s, 2 s, 5 s, unendl.	Dient zur Einstellung der Zeitdauer, die jeder Abtastpunkt angezeigt wird.
Format	YT, XY	Im YT-Format wird die vertikale Spannung in Bezug auf die Zeit angezeigt (Horizontalskala). Im XY-Format wird jedes Mal ein Punkt angezeigt, wenn ein Abtastpunkt auf Kanal 1 und 2 erfasst wird. Die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 1 bestimmt die X-Koordinate des Punktes (horizontal), die Spannung oder Stromstärke auf Kanal 2 die Y-Koordinate (vertikal).
Kontrast [1]		Erleichtert die Unterscheidung eines Kanalsignals vom Nachleuchten.

1 Einstellung erfolgt mit dem Mehrfunktions-Drehknopf.

Je nach Typ werden Signale in drei verschiedenen Darstellarten angezeigt: durchgängig, ausgeblendet und gestrichelt.



1. Bei einem durchgängig dargestellten Signal handelt es sich um ein direkt erfasstes „Live"-Kanalsignal. Das Signal wird auch nach Anhalten der Erfassung durchgängig angezeigt, sofern keine Bedienelemente benutzt werden, um die Anzeigegenauigkeit zu verändern.

Bei Erfassungen, die angehalten wurden, können die vertikalen und horizontalen Bedienelemente verändert werden.

2. Bei TDS1000B-Modellen (monochrome Anzeige) werden die Bezugssignale oder Signale mit Nachleuchten ausgeblendet angezeigt.

Bei den TDS2000B-Modellen (Farbanzeige) werden Referenzsignale weiß und Signale mit aktiviertem Nachleuchten in derselben Farbe, weniger intensiv als das Hauptsignal dargestellt.

3. Eine gestrichelte Linie weist darauf hin, dass die Signalanzeige nicht mehr mit den Einstellungen übereinstimmt. Das passiert, wenn die Erfassung angehalten und eine Einstellung geändert wird, die das Oszilloskop dann nicht auf das angezeigte Signal anwenden kann. So wird beispielsweise ein Signal gestrichelt dargestellt, wenn die Triggeroptionen nach dem Anhalten der Erfassung verändert werden.

Wichtige Punkte

Nachleuchten. Das Oszilloskop stellt nachleuchtende Signaldaten in geringer Intensität dar als direkt erfasste Signaldaten. Wird das Nachleuchten auf unendlich eingestellt, kumulieren die Aufzeichnungspunkte so lange, bis eine Einstellung geändert wird.

Option	Anmerkung
Aus	Vorgegebene oder alte Signale werden entfernt, wenn neue Signale angezeigt werden.
Zeitlimit	Neue Signale werden in normaler Intensität dargestellt, alte Signale in geringerer Intensität. Alte Signale werden bei Erreichen des Zeitlimits gelöscht.
Unendl.	Ältere Signale werden dunkler, bleiben aber immer sichtbar. Die Option Unendliche Nachleuchtdauer wird bei der Suche nach seltenen Ereignissen verwendet oder um langfristiges Spitze-zu-Spitze-Rauschen zu messen.

XY-Format. Verwenden Sie das XY-Format zum Analysieren der (beispielsweise durch Lissajousfiguren dargestellten) Phasenunterschiede. Bei diesem Format wird die Spannung auf Kanal 1 mit der Spannung auf Kanal 2 verglichen, wobei Kanal 1 auf der horizontalen und Kanal 2 auf der vertikalen Achse dargestellt wird. Das Oszilloskop arbeitet im ungetriggerten Abtastmodus und zeigt die Daten als Punkte an. Die Abtastrate ist fest auf 1 MS/s eingestellt.

HINWEIS. *Im normalen YT-Modus kann das Oszilloskop ein Signal mit jeder Abtastrate erfassen. Sie können das gleiche Signal auch im XY-Modus anzeigen lassen. Hierzu halten Sie die Erfassung an und wechseln zum XY-Anzeigeformat.*

Im XY-Format haben die Bedienelemente folgende Funktionen:

- Über die Drehknöpfe VOLTS/DIV und POSITION im Bereich VERTIKAL von Kanal 1 wird die Horizontalskala und -position eingestellt.
- Über die Drehknöpfe VOLTS/DIV und POSITION im Bereich VERTIKAL von Kanal 2 wird die Vertikalskala und -position eingestellt.

Die folgenden Funktionen können im XY-Anzeigeformat nicht verwendet werden:

- Auto-Setup (setzt das Anzeigeformat automatisch auf YT zurück)
- Bereich
- Automatische Messungen
- Cursor
- Referenzsignale oder berechnete Signale
- SPEICHERN/ABRUFEN ► Alle speichern
- Zeitbasiseinstellungen
- Trigger-Steuerungen

Hilfe

Zum Aufrufen des Hilfemenüs drücken Sie die Taste HILFE. In den Hilfethemen werden alle Menüoptionen und Bedienelemente des Oszilloskops beschrieben. (Siehe Seite x, *Hilfesystem*.)

Horizontal

Mit den Horizontaleinstellungen können Sie zwei Ansichten eines Signals einstellen, wobei jede Ansicht über eine eigene Horizontalskala und Horizontalposition verfügt. Die Anzeige der horizontalen Position enthält die durch die Bildschirmmitte dargestellte Zeit, wobei die Zeit des Triggers Null entspricht. Durch Änderung der Horizontalskala wird das Signal um die Bildschirmmitte herum gedehnt bzw. gestaucht.

Optionen	Anmerkung
Haupt-	Die horizontale Hauptzeitbasis-Einstellung wird zur Anzeige des Signals verwendet.
Zoombereich	Der Zoombereich wird durch zwei Cursor definiert. Der Zoombereich wird über die Drehknöpfe POSITION im Bereich HORIZONTAL und SEC/DIV eingestellt.
Fenster	Zeigt den (auf Bildschirmgröße vergrößerten) Signalausschnitt im Zoombereich.
Holdoff festlegen	Zeigt den Holdoff-Wert an. Drücken Sie die Optionstaste, und nehmen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die Einstellung vor.

HINWEIS. *Durch Drücken der horizontalen Optionstasten können Sie zwischen der vollständigen Anzeige eines Signals und einer vergrößerten Teilanzeige umschalten.*

Nahe der oberen rechten Bildschirmecke wird die aktuelle horizontale Position in Sekunden angezeigt. Ein **M** steht für die Hauptzeitbasis, ein **W** für die Fensterzeitbasis. Die horizontale Position wird auf dem Oszilloskop auch mit einem Pfeilsymbol oben im Raster versehen.

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf POSITION im Bereich HORIZONTAL. Hiermit wird die Triggerposition in Bezug auf die Bildschirmmitte eingestellt.

Der Triggerpunkt lässt sich links oder rechts von der Bildschirmmitte einstellen. Die maximale Anzahl der Skalenteile nach links hängt von der Einstellung der Horizontalskala (Zeitbasis) ab. Bei den meisten Skalen beträgt sie mindestens 100 Skalenteile. Die Platzierung des Triggerpunktes links außerhalb des Bildschirms nennt man verzögerte Ablenkung.

Taste AUF NULL SETZEN. Hiermit lässt sich die horizontale Position auf Null setzen.

Drehknopf SEC/DIV (Horizontalskala). Hiermit wird die horizontale Zeitskala geändert und damit das Signal vergrößert oder verkleinert.

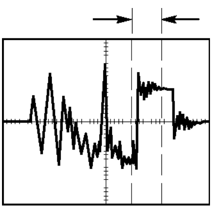
Wichtige Punkte

SEC/DIV. SEC/DIV. Wenn die Signalerfassung (mit der Taste RUN/STOP bzw. EINZELFOLGE) angehalten wird, lässt sich das Signal über den Drehknopf SEC/DIV vergrößern oder verkleinern. Hiermit vergrößern Sie ein Detail des Signals.

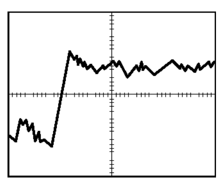
Abtastmodus-Darstellung (Rollmodus). Wird der Drehknopf SEC/DIV auf 100 ms/div oder langsamer und der Triggermodus auf Auto eingestellt, arbeitet das Oszilloskop im Abtastmodus. In diesem Modus wird die Signalanzeige von links nach rechts aktualisiert. Während des Abtastmodus kann der Trigger oder die Horizontalposition von Signalen nicht verstellt werden. (Siehe Seite 102, *Abtastmodus-Anzeige*.)

Zoombereich. Der Zoombereich wird verwendet, um einen Signalausschnitt detailgenauer betrachten zu können (Zoom). Die Fenstereinstellung der Zeitbasis kann nicht langsamer eingestellt werden als die Hauptzeitbasis.

Der Zoombereich wird von senkrechten Linien begrenzt.



Angezeigte Hauptzeitbasis



Angezeigter Zoombereich

Fenster. Vergrößert den Zoombereich, sodass er den ganzen Bildschirm einnimmt. Hiermit wird zwischen zwei Zeitbasen gewechselt.

HINWEIS. *Wenn Sie zwischen der Haupt-, Zoombereichs- und Fensteransicht wechseln, wird jedes über Nachleuchten auf dem Oszilloskopbildschirm gespeicherte Signal gelöscht. Bei Änderungen im Menü Horizontal wird das Nachleuchten gelöscht.*

Holdoff. Mit Holdoff lässt sich die Anzeige komplexer Signale stabilisieren. (Siehe Seite 136, *Holdoff*.)

Math

Durch Drücken der Taste MATH MENU wird die Anzeige mathematischer Signaloperationen aufgerufen. Durch erneutes Drücken dieser Taste werden berechnete Signale entfernt. (Siehe Seite 142, *Vertikale Bedienelemente*.)

Optionen	Anmerkung
+, -, ×, FFT	Mathematische Operationen; siehe folgende Tabelle
Quellen	Quellen für die Operationen; siehe folgende Tabelle.
Position	Stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die vertikale Position des berechneten Signals ein
Vertikale Skala	Stellen Sie mit dem Mehrfunktions-Drehknopf die vertikale Skala des berechneten Signals ein

Das Menü Math umfasst Quellenoptionen für jede Operation.

Operation	Option Quellen	Anmerkung
+ (Addition)	CH1 + CH2	Kanal 1 und 2 werden addiert.
	CH3 + CH4 [1]	Kanal 3 und 4 werden addiert.
- (Subtraktion)	CH1 - CH2	Das Signal auf Kanal 2 wird vom Signal auf Kanal 1 subtrahiert.
	CH2 - CH1	Das Signal auf Kanal 1 wird vom Signal auf Kanal 2 subtrahiert.
	CH3 - CH4 [1]	Das Signal auf Kanal 4 wird vom Signal auf Kanal 3 subtrahiert.
	CH4 - CH3 [1]	Das Signal auf Kanal 3 wird vom Signal auf Kanal 4 subtrahiert.

Operation	Option Quellen	Anmerkung
× (Multiplikation)	CH1×CH2	Kanal 1 und 2 werden multipliziert.
	CH3×CH4 [1]	Kanal 3 und 4 werden multipliziert.
FFT	(Siehe Seite 71.)	

1 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Wichtige Punkte

Signaleinheiten. Die Kombination von Quellsignaleinheiten bestimmt die resultierenden Einheiten für das berechnete Signal.

Signaleinheit	Signaleinheit	Operation	Einheit des berechneten Signals
V	V	+ oder -	V
A	A	+ oder -	A
V	A	+ oder -	?
V	V	×	VV
A	A	×	AA
V	A	×	VA

Messung

Drücken Sie die Taste MESSUNG, um die automatischen Messungen aufzurufen. Elf automatische Messungen stehen zur Wahl. Bis zu fünf automatische Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen.

Drücken Sie die oberste Optionstaste, um das Menü Messung 1 aufzurufen. Durch Drücken der Optionstaste Quelle wählen Sie den Kanal aus, auf dem die Messung durchgeführt werden soll. Über die Option Typ legen Sie die Art der Messung fest. Drücken Sie die Optionstaste Zurück, um wieder ins Menü MESSUNG zurückzukehren und die ausgewählten Messungen anzuzeigen.

Wichtige Punkte

Durchführen von Messungen. Bis zu fünf automatische Messungen lassen sich gleichzeitig anzeigen. Zum Vornehmen einer Messung muss der Signalkanal eingeschaltet sein, also angezeigt werden.

An Referenzsignalen sowie bei Verwendung des XY- oder Abtastmodus lassen sich keine automatischen Messungen durchführen. Die Messungen werden ungefähr zweimal pro Sekunde aktualisiert.

Messungsart	Definition
Freq.	Berechnet die Frequenz des Signals durch Messung des ersten Zyklus.
Periode	Berechnet die Zeit des ersten Zyklus.
Mittelwert	Berechnet den arithmetischen Mittelwert der Amplitude über der gesamten Signalaufzeichnung.
Uss	Berechnet die absolute Differenz zwischen den höchsten und niedrigsten Scheitelwerten des gesamten Signals.
Effektiv	Berechnet den echten Effektivwert des ersten vollständigen Signalzyklus.
Min	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Mindestwert an.
Max	Analysiert die gesamte, 2500 Punkte umfassende Signalaufzeichnung und zeigt den Höchstwert an.
Anstiegszeit	Misst die Zeit zwischen 10 % und 90 % der ersten steigenden Signalflanke
Abfallzeit	Misst die Zeit zwischen 90 % und 10 % der ersten fallenden Signalflanke
+Pulsbreite	Misst die Zeit zwischen der ersten steigenden und der nächsten fallenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
-Pulsbreite	Misst die Zeit zwischen der ersten fallenden und der nächsten steigenden Flanke auf einem Signalpegel von 50 %.
Keine	Führt keinerlei Messungen durch.

Drucken

Wenn die Option **Alle speichern ► Taste PRINT** wird auf Druckt festgelegt wird, können Sie die Taste PRINT drücken, um den Bildschirminhalt an einen Drucker zu senden.

Sie können das Oszilloskop so einrichten, dass ein Bildschirminhalt über das Menü **DIENSTPGM. ► Optionen ► Drucker einrichten** an den Drucker gesendet wird.

Option	Einstellung	Anmerkung
Ink Saver	Ein, Aus	Bei Auswahl von Ein wird das Bildschirmbild auf weißem Hintergrund gedruckt.
Format [1]	Hochformat, Querformat	Legt die Seitenausrichtung des bedruckten Mediums fest.
Druckvorgang abbrechen		Die Übertragung der Bildschirmdarstellung an den Drucker wird abgebrochen.
Papierformat [2]	Vorgabe, L, 2L, Hagaki Card, Card, 10 x 15 cm, 4" x 6", 8" x 10", Letter, 11" x 17", A0, A1, A2, A3, A4, A5, A6, A7, A8, A9, B0, B1, B2, B3, B4, B5, B6, B7, B8, B9, 89 mm Roll (L), 127 mm Roll (2L), 100 mm Roll (4"), 210 mm Roll (A4)	Zeigt die auf dem PictBridge-kompatiblen Drucker verfügbaren Einstellungen an
Bildgröße [2]	Vorgabe, 2,5 x 3,25 in, L (3,5 x 5 in), 4 x 6 in, 2L (5 x 7 in), 8 x 10 in, 4L (7 x 10 in), E, Card, Hagaki Card, 6 x 8 cm, 7 x 10 cm, 9 x 13 cm, 10 x 15 cm, 13 x 18 cm, 15 x 21 cm, 18 x 24 cm, A4, Letter	
Papiertyp [2]	Vorgabe, Normalpapier, Fotopapier, Lichtbest.Papier	
Druckqualität [2]	Vorgabe, Normal, Entwurf, Optimal	
Datumsdruck [2]	Vorgabe, Aus, Ein	
ID-Druck [2]	Vorgabe, Aus, Ein	

1 Möglicherweise überschreibt der Drucker Ihre Auswahl, um eine optimale Ausgabe zu ermöglichen.

2 Wenn der Drucker Ihre Auswahl nicht unterstützt, verwendet das Oszilloskop die Standardeinstellung.

Die alternative Funktion der Taste PRINT besteht darin, die Daten auf einem USB-Flash-Laufwerk zu speichern. (Siehe Seite 81, *USB-Anschlüsse für Flash-Laufwerk und externe Geräte*.)

Das Oszilloskop ist so ausgelegt, dass es auf jedem PictBridge-kompatiblen Drucker drucken kann. Lesen Sie in der Produktdokumentation für Ihren Drucker nach, um herauszufinden, ob der Drucker PictBridge-kompatibel ist.

Tastkopfüberprüfung

Mithilfe des Tastkopfüberprüfungsassistenten können Sie schnell und einfach überprüfen, ob Ihr Spannungstastkopf ordnungsgemäß funktioniert. (Siehe Seite 6, *Assistent für Spannungstastkopf-Überprüfung*.)

Menü Ref

Das Referenzmenü kann die Referenzspeichersignale von der Anzeige ein- und ausschalten. Die Signale werden im nichtflüchtigen Speicher gespeichert und weisen die folgenden Bezeichnungen auf: RefA, RefB, RefC und RefD. (RefC und RefD sind nur in 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.)

Um ein Referenzsignal anzuzeigen (aufzurufen) oder auszublenden, gehen Sie folgendermaßen vor:

1. Drücken Sie die Taste **MENÜ REF** auf dem vorderen Bedienfeld.
2. Drücken Sie die Optionstaste **Ref Option**, um ein Referenzsignal zum Anzeigen oder Ausblenden auszuwählen.

Referenzsignale weisen die folgenden Charakteristika auf:

- Auf Farbmodellen werden Referenzsignale in Weiß angezeigt
- Auf Monochrommodellen werden Referenzsignale mit einer geringeren Intensität als "Live"-Kanalsignale angezeigt
- Es können zwei Referenzsignale gleichzeitig angezeigt werden
- Vertikale und horizontale Skalenanzeigen werden im unteren Bildschirmbereich angezeigt
- Allerdings können die Referenzsignale nicht gezoomt oder verschoben werden

Ein oder zwei Referenzsignale können gleichzeitig als "Live"-Kanalsignale angezeigt werden. Bei der Anzeige von zwei Referenzsignalen müssen Sie ein Signal ausblenden, bevor Sie ein anderes anzeigen können.

Weitere Informationen zum Speichern von Referenzsignalen finden Sie unter *Signal speichern*. (Siehe Seite 125, *Signal speichern*.)

Speichern/Abrufen

Drücken Sie die Taste SPEICHERN/ABRUFEN, um Oszilloskopeinstellungen, Bildschirmdarstellungen oder Signale zu speichern bzw. Oszilloskopeinstellungen oder Signale abzurufen.

Das Menü Speichern/Abrufen besteht aus zahlreichen Untermenüs, die Sie über eine Aktionsoption aufrufen können. Bei jeder Aktionsoption wird ein Menü angezeigt, in dem Sie die Speicher- oder Abruffunktion weiter definieren können.

Aktionsoptionen	Anmerkung
Alle speichern	Enthält die Option, mit der die Taste PRINT so konfiguriert wird, dass Daten an einen Drucker übertragen oder auf einem USB-Flash-Laufwerk gespeichert werden
Bild speichern	Speichert eine Bildschirmdarstellung in einer Datei mit einem angegebenen Format
Setup speichern	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen in einer Datei in einem angegebenen Verzeichnis oder im nicht flüchtigen Setup-Speicher

Aktionsoptionen	Anmerkung
Signal speichern	Speichert das angegebene Signal in einer Datei oder in einem Referenzspeicher
Setup abrufen	Ruft eine Oszilloskop-Setup-Datei von einem USB-Flash-Laufwerk oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher ab
Signal abrufen	Ruft eine Signaldatei aus einem USB-Flash-Laufwerk in den Referenzspeicher ab

Alle speichern

Mit der Aktion Alle speichern wird die Taste PRINT so konfiguriert, dass Daten auf einem USB-Flash-Laufwerk gespeichert oder an einen Drucker übertragen werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Taste PRINT	Speichert alles[1]	(Siehe Seite 87.)
	Bild speichern[1]	(Siehe Seite 89.)
	Druckt	(Siehe Seite 97.)
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des USB-Flash-Laufwerks auf
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
	Zurück	Bringt Sie zurück zum Menü Alle speichern
Info Alle speichern		Zeigt das Hilfethema an

1 Eine neben der Taste PRINT aufleuchtende LED weist auf die alternative Funktion SPEICHERN hin, mit der Daten an ein USB-Flash-Laufwerk übertragen werden.

Bild speichern

Mit der Aktion Bild speichern wird eine Bildschirmdarstellung in einer Datei mit einem angegebenen Format gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Dateiformat	BMP, PCX, TIFF, RLE, EPSIMAGE, JPEG	Stellt das Dateiformat der Bildschirmdateien ein.
Info Bilder speichern		Zeigt das Hilfethema an.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Ordners des USB-Flash-Laufwerks auf und zeigt die Verzeichnisoptionen an
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
	Format [1], Hochformat, Querformat	Hier wird das Format des Bildschirminhalts eingestellt, entweder Quer- oder Hochformat
	Ink Saver [1], Ein, Aus	Aktiviert bzw. deaktiviert den Tintensparmodus.
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.TIF)	Speichert den Bildschirminhalt unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks.

[1] (Siehe Seite 120, *Drucken*.)

Wenn die Option Taste PRINT auf Bild speichern eingestellt ist, speichert das Oszilloskop bei Drücken der Taste PRINT Bildschirmdarstellungen auf dem USB-Flash-Laufwerk. (Siehe Seite 89, *Bild speichern*.)

Setup speichern

Mit der Aktion Setup speichern werden die aktuellen Oszilloskopeinstellungen unter dem Dateinamen TEKnnnn.SET im angegebenen Verzeichnis oder im nicht flüchtigen Setup-Speicher gespeichert. Die Setup-Datei enthält ASCII-Textzeichenfolgen mit den Oszilloskopeinstellungen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Speichern in	Setup	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen an einem Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher.
	Datei	Speichert die aktuellen Oszilloskopeinstellungen als Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk.
Setup	1 bis 10	Gibt an, an welchem Ort im nicht flüchtigen Setup-Speicher gespeichert werden soll.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des USB-Flash-Laufwerks auf.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Speichert die Einstellungen unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks

Wenn die Option Taste PRINT auf Speichert alles eingestellt ist, speichert das Oszilloskop bei Drücken der Taste PRINT die Oszilloskop-Setup-Dateien auf dem USB-Flash-Laufwerk. (Siehe Seite 87, *Speichert alles*.)

Signal speichern

Mit der Aktion Signal speichern wird das ausgewählte Signal in einer Datei mit dem Namen TEKnnnn.CSV oder im Referenzspeicher gespeichert. Signaldaten werden vom Oszilloskop als Dateien im CSV-Format (durch Komma getrennte Werte) gespeichert. Hierbei handelt es sich um ASCII-Zeichenfolgen, in der die Zeit (in Bezug auf den Trigger) sowie die Amplitudenwerte für jeden der 2500 Signaldatenpunkte aufgeführt sind. CSV-Dateien können in zahlreiche

Tabellenkalkulationen und mathematische Analyseprogramme importiert und dort weiterverarbeitet werden.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Speichern in	Datei	Speichert die Quellsignaldaten als Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk.
	Ref	Speichert die Quellensignaldaten im Referenzspeicher.
Quelle [1]	CH(x), Ref(x), Math.	Legt fest, welches Quellensignal gespeichert werden soll.
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, an dem das Quellensignal abgelegt wird.
Verzeichnis auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses des USB-Flash-Laufwerks auf.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	Neues Verzeichnis	
Speichern	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Speichert die Signaldaten unter einem automatisch erzeugten Dateinamen im aktuellen Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks

1 Zum Speichern eines Signals als Referenzsignal muss das Signal angezeigt werden.

Setup abrufen

Mit der Aktion Setup abrufen wird eine Oszilloskop-Setup-Datei von einem USB-Flash-Laufwerk oder von einem Speicherort in einem nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
Abrufen von	Setup	Gibt an, dass ein Setup aus dem nicht flüchtigen Speicher abgerufen werden soll.
	Datei	Wird zum Abrufen eines Setups von einem USB-Flash-Laufwerk angegeben
Setup	1 bis 10	Gibt an, welcher Setup-Speicherort im nicht flüchtigen Setup-Speicher abgerufen werden soll.
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auf dem USB-Flash-Laufwerk auf, aus dem eine Datei ausgewählt werden soll.
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
Abrufen		Ruft die Einstellungen vom angegebenen Speicherort im nicht flüchtigen Speicher ab.
	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.SET)	Ruft die Oszilloskopeinstellungen aus der angegebenen Datei auf dem USB-Flash-Laufwerk ab.

Signal abrufen

Mit der Aktion Signal abrufen wird eine Signaldatei von einem USB-Flash-Laufwerk abgerufen und an einem Speicherort im Referenzspeicher gespeichert.

Optionen	Einstellungen oder Untermenüs	Anmerkung
In	Ref(x)	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal geladen werden soll.
Von Datei		Ruft die Datei von einem USB-Flash-Laufwerk ab
Datei auswählen		Listet den Inhalt des aktuellen Ordners des USB-Flash-Laufwerks auf und zeigt die nächste Verzeichnisoption an
	Verzeichnis wechseln	(Siehe Seite 84, *Konventionen für die Dateiverwaltung*.) (Siehe Seite 140, *Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk*.)
	In	Bestimmt den Speicherort im Referenzspeicher, in den das Signal gespeichert werden soll.
Abrufen	Dateiname (zum Beispiel TEK0000.CSV)	Lädt das Signal aus der angegebenen Datei in das Verzeichnis im Referenzspeicher und zeigt das Signal an.

Wichtige Punkte

Speichern und Abrufen von Setups. Das komplette Setup wird im nicht flüchtigen Speicher gespeichert. Wenn Sie das Setup abrufen, arbeitet das Oszilloskop in dem vom Setup gespeicherten Modus.

Die aktuelle Einstellung wird vom Oszilloskop gespeichert, wenn Sie nach der letzten Änderung vor dem Ausschalten des Gerätes drei Sekunden lang warten. Wenn Sie das Oszilloskop das nächste Mal einschalten, wird dieses Setup abgerufen.

Abrufen der Grundeinstellung. Drücken Sie die Taste GRUNDEINSTELLUNG, um das Oszilloskop mit einem bekannten Setup zu initialisieren. Zur Anzeige der Optionen und

Einstellungen, die das Oszilloskop beim Drücken dieser Taste abruft, siehe *Anhang D: Grundeinstellung*

Speichern und Abrufen von Signalen. Das zu speichernde Signal muss vom Oszilloskop angezeigt werden. Zwei-Kanal-Oszilloskope können in ihrem internen nicht flüchtigen Speicher zwei Referenzsignale speichern. Vier-Kanal-Oszilloskope können vier Referenzsignale speichern, aber nur zwei gleichzeitig anzeigen.

Das Oszilloskop kann sowohl Referenzsignale als auch auf dem Kanal erfasste Signale anzeigen. Referenzsignale sind nicht einstellbar, das Oszilloskop zeigt jedoch die Horizontal- und Vertikalskala im unteren Bildschirmbereich an.

Trigger-Bedienelemente

Der Trigger wird im Triggermenü und mithilfe der Drehknöpfe auf dem vorderen Bedienfeld definiert.

Triggerarten

Es stehen drei Triggerarten zur Verfügung: Flanke, Video und Impuls. Für jede dieser Triggerarten steht eine andere Reihe von Optionen zur Auswahl.

Option	Details
Flanke (Vorgabe)	Triggert das Oszilloskop auf der steigenden oder fallenden Flanke des Eingangssignals, sobald der Triggerpegel (d.h. die Triggerschwelle) erreicht wird.
Video	Zeigt Composite-Videosignale des NTSC- bzw. PAL/SECAM-Standards an. Es kann auf Halbbilder oder Zeilen des Videosignals getriggert werden. (Siehe Seite 133, *Videotrigger*.)
Impuls	Triggert auf verzerrte Impulse. (Siehe Seite 134, *Impulsbreiten-Trigger*.)

Flankentrigger

Verwenden Sie die Flankentriggerung, um auf steigende oder fallende Flanken von Eingangssignalen an der Triggerschwelle zu triggern.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Flanke		Wenn Flanke aktiviert ist, triggert das Oszilloskop auf die steigende oder fallende Flanke des Eingangssignals.
Quelle	CH1, CH2, CH3 [1] , CH4 [1] , Ext., Ext./5, Netz	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal (Siehe Seite 131.)
Flanke	Positiv, Negativ	Dient zur Auswahl des Triggers auf der steigenden oder fallenden Signalflanke.
Modus	Auto, Normal	Zur Auswahl der Trigger-Art (Siehe Seite 130.)
Kopplung	AC, DC, Noise reject, HF reject, LF reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden (Siehe Seite 132.)

1 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Triggerfrequenz-Anzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der triggerbare Ereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

HINWEIS. *Die Triggerfrequenzanzeige zeigt die Frequenz von Ereignissen, die das Oszilloskop u.U. als Trigger auffasst. Sie kann niedriger sein als die Frequenz des Eingangssignals im Impulsbreiten-Triggermodus.*

Wichtige Punkte

Verfügbare Modi. Der Modus Auto (Standard zwingt das Oszilloskop zum Triggern, wenn binnen einer bestimmten, über SEC/DIV eingestellten Zeit kein Trigger erkannt wird. Dieser Modus eignet sich für viele Situationen, z.B. bei der Überwachung der Amplitude des Ausgangs einer Spannungsversorgung.

Der Modus Auto wird für eine freilaufende Signalerfassung in Abwesenheit eines gültigen Triggers verwendet. Hierbei ist eine

ungetriggerte Signalabtastung mit 100 ms/div oder langsameren Zeitbasis-Einstellungen möglich.

Der Modus Normal aktualisiert die angezeigten Signale nur dann, wenn das Oszilloskop eine gültige Triggerbedingung erkennt. Auf dem Oszilloskop werden solange die alten Signale angezeigt, bis sie durch neue ersetzt werden.

Verwenden Sie den Modus Normal, wenn nur gültige getriggerte Signale angezeigt werden sollen. Bei Verwendung dieses Modus zeigt das Oszilloskop erst nach dem ersten Trigger ein Signal an.

Zur Durchführung einer Einzelfolgeerfassung drücken Sie die Taste EINZELFOLGE.

Quelle-Optionen.

Quelle-Option	Details
CH1, CH2, CH3 [1], CH4 [1]	Triggert auf einen Kanal, ganz gleich, ob das Signal angezeigt wird oder nicht.
Ext	Das Triggersignal wird nicht angezeigt. Bei der Option Ext. wird das über den EXT TRIG-BNC-Stecker auf dem vorderen Bedienfeld eingespeiste Signal verwendet. Der Triggerpegel muss zwischen + 1,6 V und -1,6 V liegen.
Ext/5	Im Prinzip wie Option Ext., nur dass hier das Signal um den Faktor fünf abgeschwächt wird und ein erweiterter Triggerpegelbereich zwischen +8 V und -8 V zulässig ist.
Netz [2]	Verwendet ein vom Stromnetz abgeleitetes Signal als Triggerquelle. Die Triggerkopplung ist auf Gleichstrom und der Triggerpegel auf 0 V festgelegt. Eine Wechselstromleitung kann verwendet werden, wenn Sie von der Frequenz des Leitungsnetzes abhängige Signale analysieren müssen wie beispielsweise Beleuchtungsausrüstung und Geräte zur Stromversorgung. Das Oszilloskop erzeugt automatisch den Trigger, stellt die Trigger-Kopplung automatisch auf DC und den Triggerpegel automatisch auf Null Volt ein.

1 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

[2] Nur bei Auswahl des Triggertyps Flanke verfügbar.

HINWEIS. *Um ein Ext.-, Ext./5- oder Netz-Triggersignal anzuzeigen, halten Sie die Taste TRIG VIEW gedrückt.*

Kopplung. Mit der Kopplung lässt sich das zum Triggern einer Erfassung verwendete Triggersignal filtern.

Option	Details
DC	Lässt alle Signalanteile durch.
Noise reject	Fügt der Triggerschaltung eine Hysterese hinzu. Dadurch wird die Empfindlichkeit verringert und die Gefahr gesenkt, dass das Oszilloskop versehentlich auf Störrauschen triggert.
HF reject	Dämpft die hochfrequenten Anteile über 80 kHz.
LF reject	Sperrt den Gleichspannungsanteil und dämpft die niederfrequenten Anteile unter 300 kHz
AC	Sperrt Gleichstromanteile und dämpft Signale unter 10 Hz.

HINWEIS. *Die Triggerkopplung betrifft nur das Signal, das in das Triggersystem geleitet wird. Sie hat keinerlei Auswirkung auf die Bandbreite oder Kopplung des auf dem Bildschirm angezeigten Signals.*

Vortrigger. Die Triggerposition wird üblicherweise auf die horizontale Bildschirmmitte eingestellt. Auf diese Weise werden fünf Skalenteile mit Vortriggerinformationen angezeigt. Durch Einstellen der Horizontalposition des Signals lassen sich mehr oder weniger Vortriggerinformationen anzeigen.

Videotrigger

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Video		Ist Video aktiviert, wird auf die Standard-Videosignale NTSC, PAL oder SECAM getriggert. Die Triggerkopplung wird auf AC voreingestellt.
Quelle	CH1, CH2, CH3 [1] , CH4 [1] , Ext., Ext/5	Die Eingangsquelle wird als Triggersignal ausgewählt. Die Auswahl Ext. bzw. Ext/5 verwendet das Signal, das als Quelle am EXT, TRIG-Stecker anliegt.
Polarität	Normal, Invertiert	Normale Trigger auf der negativen und invertierte Trigger auf der positiven Flanke des Synchronimpulses
Synchronisation	Alle Zeilen, Zeilennummer, Ungerades Halbbild, Gerades Halbbild, Alle Halbbilder	Dient zur Auswahl der passenden Videosynchronisation. Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um eine bestimmte Zeilennummer auszuwählen, nachdem Sie die Synchronisationsoption Zeilennummer aktiviert haben.
Standard	NTSC, PAL/SECAM	Hierüber wird der Videostandard für die Synchronisation und die Zählung der Zeilennummern ausgewählt.

1 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Wichtige Punkte

Synchronisationsimpulse. Wenn Sie Normale Polarität wählen, tritt der Trigger immer bei negativen Synchronisationsimpulsen auf. Falls das Videosignal positive Synchronisationsimpulse aufweist, verwenden Sie die Invertierte Polarität.

Impulsbreiten-Trigger

Die Impulsbreiten-Triggerung wird zur Triggerung auf normale oder verzerrte Impulse verwendet.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Impuls		Ist Impuls eingestellt, dann wird auf Impulse getriggert, die die in den Optionen Quelle, Wenn und Impulsbreite einstellen festgelegten Triggerbedingungen erfüllen.
Quelle	CH1, CH2, CH3 [1] , CH4 [1] , Ext., Ext/5	Dient zur Auswahl der Eingangsquelle als Triggersignal.
Wenn	=, ≠, <, >	Hier wird festgelegt, auf welche Weise der Trigger-Impuls mit dem in der Option Impulsbreite einstellen ausgewählten Wert verglichen werden soll.
Impulsbreite	33 ns bis 10,0 s	Die Breite wird mit dem Mehrfunktions-Drehknopf eingestellt.
Polarität	Positiv, Negativ	Zur Triggerung auf einen positiven oder negativen Impuls.
Modus	Auto, Normal	Zur Auswahl der Triggerart. Für die meisten Anwendungen mit Impulsbreiten-Trigger empfiehlt sich der Normalmodus.
Kopplung	AC, DC, Noise Reject, HF Reject, LF Reject	Dient zur Auswahl der Triggersignalanteile, die in den Triggerschaltkreis geleitet werden (Siehe Seite 129, *Flankentrigger*.)
Weiter		Zum Umblättern zwischen den Seiten eines Untermenüs.

1 Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

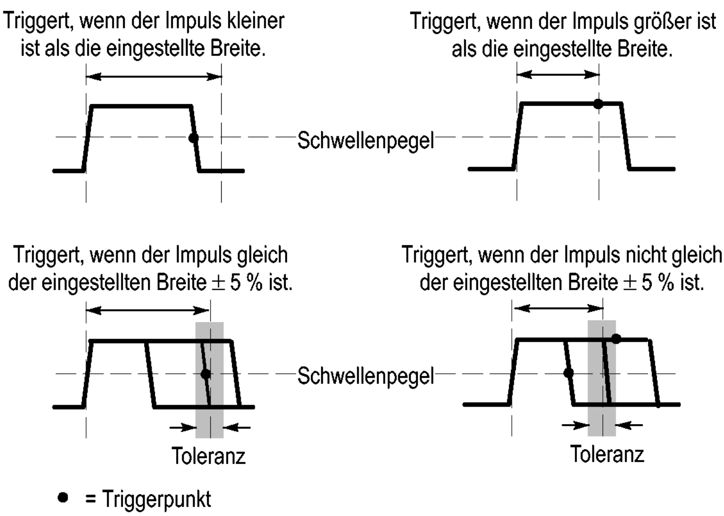
Triggerfrequenz-Anzeige

Das Oszilloskop zählt die Rate, mit der Triggerereignisse auftreten, um die Triggerfrequenz zu bestimmen, und zeigt die Frequenz in der unteren rechten Bildschirmecke an.

Wichtige Punkte

Triggern wenn. Die Impulsbreite der Quelle muss auf ≥5 ns eingestellt sein, damit der Impuls vom Oszilloskop erkannt wird.

Wenn-Optionen	Details
= ≠	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Signals abzüglich einer Toleranz von ± 5 % gleich oder ungleich der angegebenen Impulsbreite ist.
< >	Das Oszilloskop triggert, wenn die Impulsbreite des Quellensignals kleiner oder größer ist als die angegebene Impulsbreite.



Ein Beispiel für die Triggerung auf verzerrte Impulse finden Sie unter *Anwendungsbeispiele*. (Siehe Seite 58, *Triggerung auf eine bestimmte Impulsbreite*.)

Drehknöpfe und Tasten

Drehknopf PEGEL. Dient zum Einstellen des Triggerpegels.

Taste AUF 50 % SETZEN. Drücken Sie die Taste AUF 50 % SETZEN, wenn ein Signal schnell stabilisiert werden soll. Das Oszilloskop stellt den Triggerpegel automatisch etwa auf die Hälfte zwischen dem niedrigsten und höchsten Spannungspegel ein. Dies macht Sinn, wenn Sie ein Signal über den EXT TRIG-BNC-Stecker einspeisen und die Triggerquelle auf Ext. oder Ext/5 einstellen.

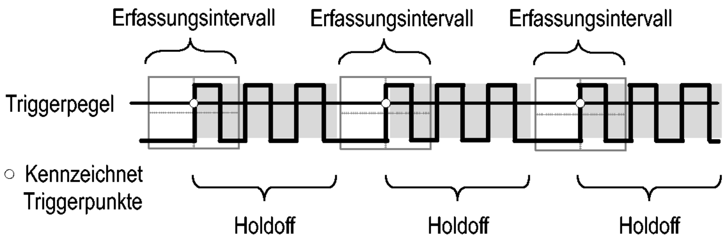
Taste TRIG ZWANG. Drücken Sie die Taste TRIG ZWANG, um die Erfassung des aktuellen Signals abzuschließen, ganz gleich, ob das Oszilloskop einen Trigger erkennt oder nicht. Diese Vorgehensweise empfiehlt sich bei Einzelfolgeerfassungen und im Triggermodus Normal. (Im Auto-Triggermodus erzwingt das Oszilloskop die Trigger automatisch und periodisch, wenn kein Trigger erkannt wird.)

Taste TRIG VIEW. Der Triggeranzeigemodus wird verwendet, um das konditionierte Triggersignal auf dem Oszilloskop anzuzeigen. In diesem Modus werden folgende Informationen angezeigt:

- Auswirkungen der Option Trigger-Kopplung
- Wechselstromnetz als Triggerquelle (Nur bei Flankentrigger)
- Über den EXT TRIG-BNC-Stecker eingespeistes Signal

HINWEIS. *Diese Taste ist die einzige Taste, die gedrückt gehalten werden muss, um sie zu verwenden. Wenn Sie die Taste ANZ. TRIG. gedrückt halten, ist die Taste PRINT die einzige weitere verfügbare Taste. Alle anderen Tasten auf dem vorderen Bedienfeld des Oszilloskops sind deaktiviert. Die Drehknöpfe sind auch weiterhin aktiviert.*

Holdoff. Sie können die Funktion Trigger-Holdoff zur Stabilisierung der Anzeige von komplexen Signalen wie beispielsweise Impulsfolgen verwenden. Holdoff ist die Zeit zwischen dem Erkennen eines Trigger-Zeitpunkts und dem Zeitpunkt, wenn es bereit ist, einen anderen zu erkennen. Während der Holdoff-Zeit triggert das Oszilloskop nicht. Bei einer Impulsfolge können Sie die Holdoff-Zeit einstellen, so dass das Oszilloskop nur auf den ersten Impuls der Impulsfolge triggert.



Triggersignale werden während der Holdoffzeit nicht erkannt.

Zur Verwendung der Funktion Trigger-holdoff festlegen drücken Sie die Optionstaste **HORIZ MENU ► Holdoff festlegen** und stellen den Holdoff mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ein. Die Auflösung des Trigger-Holdoffs variiert je nach der Einstellung von SEC/DIV im Bereich HORIZONTAL.

Dienstprogramm

Zum Aufrufen des Dienstprogrammmenüs drücken Sie die Taste DIENSTPGM.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Systemstatus		Zusammenfassung der Oszilloskopeinstellungen
	Versch.	Zeigt das Modell, die Seriennummer des Herstellers, angeschlossene Adapter, die GPIB-Setup-Adresse, Firmware-Version und andere Informationen an.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Optionen	Darstellart[1]	Die Bildschirmdaten werden schwarz auf weiß bzw. weiß auf schwarz dargestellt.
	Drucker einrichten	Ändert die Druckereinstellung (Siehe Seite 97.)
	GPIB-Einstellung ► Adresse	Legt die GPIB-Adresse für den TEK-USB-488-Adapter fest (Siehe Seite 95.)
	Datum und Uhrzeit einstellen	Legt Datum und Uhrzeit fest (Siehe Seite 139.)
	Fehlerprotokoll	Zeigt eine Liste aller protokollierten Fehler sowie den Betriebsstundenzähler an. Dieses Protokoll sollten Sie parat haben, wenn Sie sich an den Tektronix-Kundendienst wenden.
Selbst-Kalibr.		Nimmt eine Selbstkalibrierung vor.
Dateihilfsprogramme		Zeigt Ordner-, Datei- und USB-Flash-Laufwerkoptionen an (Siehe Seite 140.)
Language	Englisch, Französisch, Deutsch, Italienisch, Spanisch, Japanisch, Portugiesisch, Chinesisch (vereinfacht), Chinesisch (traditionell), Koreanisch	Hier wählen Sie die gewünschte Sprache des Oszilloskops aus.

1 Nur monochrome Modelle.

Wichtige Punkte

Systemstatus. Wenn Sie im Menü Dienstprogramm den Systemstatus auswählen, werden die verfügbaren Menüs angezeigt, über die eine Liste zu jeder Gruppe von Oszilloskopeinstellungen abgerufen werden kann.

Zum Entfernen des Statusbildschirms drücken Sie eine beliebige Menütaste auf dem vorderen Bedienfeld.

Optionen	Anmerkung
Horizontal	Listet die horizontalen Parameter auf
Vertikal	Listet die vertikalen Kanalparameter auf.
Trigger	Listet die Triggerparameter auf.
Versch.	Listet das Modell des Oszilloskops, die Versionsnummer der Software und die Seriennummer auf Listet die Werte der Kommunikationsparameter auf.

Datum und Uhrzeit einstellen. Über das Menü Datum und Uhrzeit einstellen können Sie das Datum und die Uhrzeit der Uhr einstellen. Diese Angaben werden vom Oszilloskop angezeigt und auch für die Zeitmarkierung der auf dem USB-Flash-Laufwerk gespeicherten Dateien verwendet. Das Oszilloskop enthält eine eingebaute, nicht austauschbare Batterie zur Speicherung der Uhreinstellung.

Bei jahreszeitbedingten Zeitumstellungen wird die Uhr nicht automatisch umgestellt. Schaltjahre allerdings werden berücksichtigt.

Optionen	Anmerkung
↑ ↓	Bewegt die Markierung zur Auswahl von Feldern nach oben bzw. unten durch die Liste. Mit dem Mehrfunktions-Drehknopf ändern Sie den Wert des ausgewählten Feldes.
Datum und Uhrzeit einstellen	Die Datums- und Zeitangaben werden für das Oszilloskop übernommen.
Abbrechen	Schließt das Menü und kehrt zum vorherigen Menü zurück, ohne die vorgenommenen Änderungen zu speichern.

Selbstkalibrierung. Mit dem Selbstkalibrierungsprogramm können Sie das Oszilloskop im Hinblick auf die Umgebungstemperatur auf eine maximale Messgenauigkeit optimieren. Um eine maximale Genauigkeit zu gewährleisten, führen Sie die Selbstkalibrierung durch, wenn sich die Umgebungstemperatur um 5°C oder mehr verändert. Um die Genauigkeit der Kalibrierung zu gewährleisten, schalten Sie

das Oszilloskop ein, und warten Sie ca. 20 Minuten, damit das Gerät seine Betriebstemperatur erreicht. Befolgen Sie die Anweisungen auf dem Bildschirm.

Bei der Werkskalibrierung werden extern erzeugte Spannungen verwendet, wofür spezielle Geräte erforderlich sind. Das empfohlene Intervall ist einmal jährlich. Weitere Informationen zur Durchführung einer Tektronix-Werkskalibrierung Ihres Oszilloskops finden Sie unter *Tektronix-Kontaktinformationen* auf der Seite mit den Copyright-Angaben.

Dateihilfsprogramme für das USB-Flash-Laufwerk

Ein Verzeichnis ist immer als aktuelles Verzeichnis gekennzeichnet. Das aktuelle Verzeichnis ist der vorgegebene Speicherort zum Speichern und Abrufen von Dateien.

Mit dem Menü Datei Dienstprogr. können Sie die folgenden Aufgaben ausführen:

- Den Inhalt des aktuellen Verzeichnisses auflisten
- Eine Datei oder ein Verzeichnis auswählen
- In andere Verzeichnisse gelangen
- Dateien und Verzeichnisse erstellen, umbenennen und löschen
- Formatieren eines USB-Flash-Laufwerks

Optionen	Anmerkung
Verzeichnis wechseln	Wechselt in das ausgewählte Verzeichnis des USB-Flash-Laufwerks. Wählen Sie mithilfe des Multifunktions-Drehknopfes eine Datei oder ein Verzeichnis aus, und wählen Sie dann die Menüoption Verzeichnis wechseln.
	Um wieder in das vorherige Verzeichnis zurückzukehren, wählen Sie das übergeordnete Verzeichnis (↑) und dann die Menüoption Verzeichnis wechseln.
Neues Verzeichnis	Erstellt am aktuellen Verzeichnisort ein neues Verzeichnis mit dem Namen NEW_FOL und zeigt das Menü Umbenennen zum Ändern des Standardverzeichnisnamens an.

Optionen	Anmerkung
Umbenennen (Dateiname oder Verzeichnis)	Ruft den Umbenennungsbildschirm auf, in dem Verzeichnisse oder Dateien umbenannt werden können; wie nachfolgend beschrieben.
Löschen (Dateiname oder Verzeichnis)	Löscht den ausgewählten Dateinamen oder Verzeichnisnamen. Vor dem Löschen muss das Verzeichnis leer sein.
Löschen bestätigen	Diese Meldung erscheint nach Betätigung der Taste Löschen, um den Löschvorgang zu bestätigen. Falls eine andere Taste oder ein anderer Knopf gedrückt wird als Löschen bestätigen, wird der Löschvorgang abgebrochen.
Formatieren	Formatiert das USB-Flash-Laufwerk. Dabei werden alle Daten auf dem USB-Flash-Laufwerk gelöscht.
Firmware aktualisieren	Folgen Sie zum Einrichten den Anweisungen auf dem Bildschirm, und drücken Sie die Optionstaste Firmware aktualisieren, um mit der Aktualisierung der Firmware zu beginnen.

Datei oder Verzeichnis umbenennen. Die Namen von Dateien und Verzeichnissen auf einem USB-Flash-Laufwerk können geändert werden.

Option	Einstellungen	Anmerkung
Zeichen eingeben	A - Z, 0 - 9, _, .	Gibt das markierte alphanumerische Zeichen an der Cursorposition des aktuellen Namensfeldes ein.
		Verwenden Sie den Mehrfunktions-Drehknopf, um ein alphanumerisches Zeichen oder die Funktion Rücktaste, Zeichen löschen oder Namen löschen auszuwählen.
	Rücktaste	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Rücktastenfunktion umgestellt. Dadurch wird das Zeichen links neben dem markierten Zeichen im Namensfeld gelöscht.
	Zeichen löschen	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Funktion Zeichen löschen umgestellt. Das markierte Zeichen wird aus dem Namensfeld gelöscht.
	Namen löschen	Die Option der Menütaste 1 wird auf die Funktion Namen löschen umgestellt. Alle Zeichen werden aus dem Namensfeld gelöscht.

Vertikale Bedienelemente

Sie können die vertikalen Bedienelemente verwenden, um Signale anzuzeigen und zu entfernen, die vertikale Position und Skalierung einzustellen und Eingangsparameter festzulegen sowie für vertikale mathematische Operationen. (Siehe Seite 117, *Math*.)

Vertikale Kanalmenüs

Für jeden Kanal gibt es ein eigenes vertikales Menü. Jede Option kann für jeden Kanal einzeln eingestellt werden.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Kopplung	DC, AC, Ground	Bei DC werden sowohl Gleichstrom- als auch Wechselstromanteile des Eingangssignals durchgelassen. Bei AC werden die Gleichstromanteile des Eingangssignals gesperrt und Signale unter 10 Hz gedämpft. Bei Masse (Ground) wird das Eingangssignal entkoppelt.

Optionen	Einstellungen	Anmerkung
Bandbreite	20 MHz [1] , Voll	Begrenzt die Bandbreite, um das Rauschen in der Signalanzeige zu verringern. Filtert das Signal, um Störrauschen und andere unerwünschte hochfrequente Anteile zu reduzieren.
Volt/Div	Grob, Fein	Auswahl der Auflösung über den Drehknopf Volt/Div Grob legt die Sequenz 1-2-5 fest. Bei Fein wird die Auflösung auf schmale Schritte zwischen den groben Einstellungen geändert.
Tastkopf	Siehe folgende Tabelledie vertikale Position des berechneten Signals ein.	Zum Einstellen von Tastkopfoptionen drücken.
Invertieren	Ein, Aus	Invertiert das Signal (Umkehrung) in Bezug auf die Referenz.

1 Die effektive Bandbreite beträgt 6 MHz bei einem auf 1fach eingestellten P2220-Tastkopf.

Für Spannungs- und Stromtastköpfe gibt es zwei unterschiedliche Optionen: Dämpfung bzw. Skala.

Tastkopfoptionen	Einstellungen	Anmerkung
Tastkopf ► Spannung ► Dämpfung	1fach, 10fach, 20fach, 50fach, 100fach, 500fach, 1000fach	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die Einstellung passend zum Dämpfungsfaktor des Spannungstastkopfes vorgenommen.
Tastkopf ► Strom ► Skala	5 V/A, 1 V/A, 500 mV/A, 200 mV/A, 100 mV/A, 20 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A	Zur korrekten Anzeige der vertikalen Werte wird die Einstellung passend zur Skala des Stromtastkopfes vorgenommen.
Zurück		Rückkehr zum vorherigen Menü.

Drehknöpfe

Drehknöpfe POSITION im Bereich VERTIKAL. Durch Drehen der Knöpfe POSITION im Bereich VERTIKAL werden die Kanalsignale auf dem Bildschirm nach oben bzw. unten verschoben.

Drehknöpfe VOLT/DIV. Mit den Drehknöpfen VOLT/DIV wird gesteuert, wie das Oszilloskop das Quellensignal von Kanalsignalen verstärkt oder dämpft. Wenn Sie den Knopf VOLT/DIV drehen, wird die vertikale Größe des Signals auf dem Oszilloskop-Bildschirm vergrößert oder verkleinert.

Vertikale Messungsüberschreitung (Signalamplitudenbegrenzungen). Signale, die über den Bildschirmrand hinausreichen (diesen also überschreiten) und in deren angezeigten Messergebnis ein **?** angezeigt wird, weisen auf einen ungültigen Wert hin. Passen Sie die vertikale Skalierung an, damit das Messergebnis gültig ist.

Wichtige Punkte

Massekopplung. Verwenden Sie die Massekopplung, um ein Null-Volt-Signal anzuzeigen. Der Kanaleingang wird intern an einen Null-Volt-Referenzpegel angelegt.

Feine Auflösung. Auf der vertikalen Skala wird die tatsächliche Volt/Div-Einstellung angezeigt, während die Feineinstellung aktiviert ist. Wird die Einstellung auf Grob geändert, ändert sich die Vertikalskala erst bei Betätigung des Drehknopfs VOLT/DIV.

Signal entfernen. Um ein Signal von der Anzeige zu entfernen, drücken Sie eine Kanalmenütaste auf dem vorderen Bedienfeld. Drücken Sie z. B. die Taste CH 1 MENU, um das Signal von Kanal 1 anzuzeigen oder zu entfernen.

HINWEIS. *Sie brauchen ein Kanalsignal nicht anzuzeigen, um es als Triggerquelle oder für mathematische Berechnungen zu verwenden.*

HINWEIS. *Sie müssen ein Kanalsignal anzeigen, um Messungen daran durchzuführen, Cursor darauf zu setzen oder es als Referenzsignal oder in einer Datei zu speichern.*

Anhang A: Spezifikationen

Sämtliche Spezifikationen beziehen sich auf die Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B. Spezifikationen zum Tastkopf P2200 finden Sie am Ende dieses Kapitels. Um zu überprüfen, ob das Oszilloskop die Spezifikationen einhält, müssen folgende Bedingungen erfüllt sein:

- Das Oszilloskop muss zwanzig Minuten lang im angegebenen Betriebstemperaturbereich in Betrieb gewesen sein.
- Falls sich die Betriebstemperatur um mehr als 5 °C geändert hat, muss die Option Selbst-Kalibr. im Menü Dienstprogramm durchgeführt werden.
- Das Oszilloskop muss sich noch innerhalb des Werkskalibrierungsintervalls befinden.

Alle Spezifikationen, mit Ausnahme der als „typisch“ bezeichneten, stehen unter Garantieschutz.

Oszilloskop-Spezifikationen

Tabelle 1: Spezifikationen für die Erfassung

Eigenschaft	Beschreibung	
Erfassungsmodi	Normale Abtastung, Spitzenwert und Mittelwert.	
Erfassungs-geschwindigkeit, typisch	Bis zu 180 Signale pro Sekunde und pro Kanal (im Abtastmodus ohne Messungen).	
Einzelfolge	*Erfassungsmodus*	*Erfassung abgeschlossen nach*
	Abtastmodus, Spitzenwerterfassung	Eine Erfassung, alle Kanäle gleichzeitig
	Mittelwert	N Erfassungen, alle Kanäle gleichzeitig. Für N kann 4, 16, 64 und 128 ausgewählt werden.

Tabelle 2: Eingangsspezifikationen

Eigenschaft	Beschreibung	
Eingangskopplung	DC, AC oder Ground	
Eingangsimpedanz, DC-gekoppelt	1 MΩ ±2 % parallel zu 20 pF ±3 pF	
Abschwächung von Tastkopf P2220	1fach, 10fach	
Unterstützte Faktoren für die Spannungstastkopfdämpfung	1fach, 10fach, 20fach, 50fach, 100fach, 500fach, 1000fach	
Unterstützte Stromtastkopf-skalen	5 V/A, 1 V/A, 500 mV/A, 200 mV/A, 100 mV/A, 20 mV/A, 10 mV/A, 1 mV/A	
Maximale Spannung zwischen Signal und Masse am BNC-Eingangs-stecker	*Überspannungskategorie*	*Maximale Spannung*
	CAT I und CAT II (Kategorie I und II)	300 V_{eff}
	CAT III (Kategorie III)	150 V_{eff}
	Installationskategorie II; Leistungsminderung von 20 dB/Dekade über 100 kHz bis 13 V Peak AC bei 3 MHz [1] und höher. Bei Nicht-Sinuskurven muss der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern und das Tastverhältnis ist auf ≤ 44 % begrenzt. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie die Beschreibung zum Thema *Überspannungskategorie*.	

Tabelle 2: Eingangsspezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung			
Kanal-Gleichtaktunterdrückung, typisch	*TDS1001B*	*TDS1002B, 2002B, 2004B*	*TDS1012B, 2012B, 2014B, 2022B, 2024B*	
	100:1 bei 60 Hz, 20:1 bei 20 MHz [1] [2]	100:1 bei 60 Hz, 20:1 bei 30 MHz [1] [2]	100:1 bei 60 Hz, 10:1 bei 50 MHz [1] [2]	
	Signal gemessen auf MATH Ch 1- Ch2, mit dem Prüfsignal zwischen Signal und Masse beider Kanäle und den gleichen VOLT/DIV- und Kopplungseinstellungen auf jedem Kanal. Bei 4-Kanal-Modellen gemessen auf MATH Ch3 - Ch4.			
Kanal-zu-Kanal-Übersprechen	*TDS1001B*	*TDS1002B, 2002B, 2004B*	*TDS1012B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	≥ 100:1 bei 20 MHz [1] [2]	≥ 100:1 bei 30 MHz [1] [2]	≥ 100:1 bei 50 MHz [1] [2]	≥ 100:1 bei 100 MHz [1] [2]
	Gemessen auf einem Kanal, mit dem Prüfsignal zwischen Signal und Masse des anderen Kanals und den gleichen VOLT/DIV- und Kopplungseinstellungen auf jedem Kanal.			

1 Bei einem 1fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.

2 Berücksichtigt keine Effekte im Zusammenhang mit dem Tastkopf.

Tabelle 3: Vertikale Spezifikationen [1]

Eigenschaft	Beschreibung
Digitalisierer	8-Bit-Auflösung (außer bei der Einstellung 2 mV/div), gleichzeitige Abtastung jedes Kanals
VOLT/DIV-Bereich	2 mV/div bis 5 V/div am BNC-Eingangsstecker
Positionsbereich	2 mV/div bis 200 mV/div ±2 V > 200 mV/div bis 5 V/div, ± 50 V

Tabelle 3: Vertikale Spezifikationen[1], (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung			
Analoge Bandbreite im Abtast- und Mittelwertmodus am BNC oder mit P2220-Tastkopf , mit 10fach-Einstellung, DC-gekoppelt	*TDS1001B*	*TDS1002B, 2002B, 2004B*	*TDS1012B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	40 MHz[2,3]	60 MHz[2,3]	100 MHz[2,3]	200 MHz[2,3] 0 °C bis +40 °C 160 MHz[2,3] 0 °C bis +50 °C
	20 MHz[2] (wenn vertikale Skala auf < 5 mV festgelegt ist)			
Analoge Bandbreite im Spitzenwerterfassungsmodus (50 s/div to 5 µs/div[4]), typisch	*TDS1001B*	*TDS1002B, 2002B, 2004B*	*TDS1012B, 2012B, 2014B, 2022B, 2024B*	
	30 MHz[2,3]	50 MHz[2,3]	75 MHz[2,3]	
	20 MHz[2] (wenn vertikale Skala auf < 5 mV festgelegt ist)			
Wählbare analoge Bandbreitenbegrenzung, typisch	20 MHz[2]			
Untere Frequenzbegrenzung, AC-gekoppelt	≤ 10 Hz bei BNC ≤ 1 Hz bei Verwendung eines passiven 10fach-Tastkopfes			
Anstiegszeit am BNC, typisch	*TDS1001B*	*TDS1002B, 2002B, 2004B*	*TDS1012B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	< 8,4 ns	< 5,8 ns	<3,5 ns	< 2,1 ns
Spitzenwert-Ansprechzeit[4]	Erfasst 50 % oder mehr der Impulsamplituden. In den mittleren 8 vertikalen Rasterteilungen ≥12 ns breite typische Amplituden (50 s/div bis 5 ms/div).			

Tabelle 3: Vertikale Spezifikationen [1], (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung	
DC-Verstärkungsgenauigkeit	±3 % im Abtast- oder Mittelwerterfassungsmodus, 5 V/div bis 10 mV/div	
	±4 % im Abtast- oder Mittelwerterfassungsmodus, 5 mV/div und 2 mV/div	
DC-Messgenauigkeit, Mittelwerterfassungsmodus	*Messungsart*	*Genauigkeit*
	Durchschnittlich ≥16 Signale mit Vertikalposition auf Null	±(3 % × Ablesung + 0,1 div + 1 mV), wenn 10 mV/div oder mehr ausgewählt wird
	Durchschnittlich ≥ 16 Signale mit vertikaler Position bei Vertikalskala 2 mV/div bis 200 mV/div und –1,8 V < Vertikale Position < 1.8 V	±[3 % × (Ablesung + Vertikalposition) + 1 % der Vertikalposition + 0,2 div + 7 mV]

Tabelle 3: Vertikale Spezifikationen[1], (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung	
	Durchschnittlich ≥ 16 Signale mit vertikaler Position bei Vertikalskala > 200 mV/div und –45 V < Vertikale Position < 45 V	±[3 % × (Ablesung + Vertikalposition) + 1 % der Vertikalposition + 0,2 div + 175 mV]
Wiederholbarkeit von Spannungs-messungen, Mittelwerter-fassungsmodus	Spannungsdifferenzen zwischen zwei Mittelwerten von ≥16 Signalen, die mit dem gleichen Setup und gleichen Umgebungsbedingungen erfasst wurden	±(3 % × Ablesung + 0,05 div)

1 Die Spezifikationen sind mit der Option Tastkopf ► Spannung ► Dämpfung auf 1fach festgelegt.

2 Bei einem 1fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.

3 Wenn vertikale Skala auf > 5 mV festgelegt ist.

4 Das Oszilloskop geht in den Abtastmodus über, wenn SEC/DIV (Horizontalskala) bei Modellen mit 1 GS/s von 2,5 ms/div auf 5 ns/div bzw. bei Modellen mit 2 GS/s von 2,5 ms/div auf 2,5 ns/div gestellt wird. Auch im Abtastmodus werden noch Glitches von 10 ns erfaßt.

Tabelle 4: Horizontale Spezifikationen

Eigenschaft	Beschreibung	
Abtastratenbereich	*TDS1001B, 1002B, 1012B, 2002B, 2004B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	5 S/s bis 1 GS/s	5 S/s bis 2 GS/s
Signalinterpolation	(sin x)/x	

Tabelle 4: Horizontale Spezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung	
Aufzeichnungs-länge	2500 Abtastpunkte für jeden Kanal	
SEC/DIV-Bereich	*TDS1001B, 1002B, 1012B, 2002B, 2004B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2, 2,5 und 5	2,5 ns/div bis 50 s/div in der Folge 1, 2,5 und 5
Abtastrate und Genauigkeit der Verzögerungszeit	±50 Teile pro Million (ppm) über jedem ≥1 ms Zeitintervall	
Messgenauigkeit der Zeitdifferenz (volle Bandbreite)	*Bedingungen*	*Genauigkeit*
	Einzelschuss, Abtastmodus	±(1 Tastkopfintervall + 100 ppm × Messwert + 0,6 ns)
	> 16 Mittelwerte	±(1 Tastkopfintervall + 100 ppm × Messwert + 0,4 ns)
	Abtastintervall = s/div ÷ 250	
Positionsbereich	*TDS1001B, 1002B, 1012B, 2002B, 2004B, 2012B, 2014B 2022B, 2024B*	
	5 ns/div bis 10 ns/div	(-4 div × s/div) bis 20 ms
	25 ns/div bis 10 µs/div	(-4 div × s/div) bis 50 ms
	250 ms/div bis 50 s/div	(-4 div × s/div) bis 50 s
	TDS2022B, 2024B	
	2,5 ns/div	(-4 div × s/div) bis 20 ms

Tabelle 5: Triggerspezifikationen

Eigenschaft	Beschreibung			
Trigger-Empfindlichkeit, Trigger-Art Flanke, mit stabiler Anzeige des Triggerereignisses	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*	*TDS1001B, 1002B, 1012B, 2002B, 2004B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	Gleichstrom	EXT.	200 mV von DC bis 100 MHz [1]	200 mV von DC bis 100 MHz [1] 350 mV von 100 MHz bis 200 MHz [1]
		EXT/5	1 V von DC bis 100 MHz [1]	1 V von DC bis 100 MHz [1] 1,75 V von 100 MHz bis 200 MHz [1]
		CH1, CH2, CH3 [2], CH4 [2]	1 div von DC bis 10 MHz [1] 1,5 div von 10 MHz bis voll	1,5 div von 10 MHz bis 100 MHz 2 div von 100 MHz bis voll

Tabelle 5: Triggerspezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung			
Trigger-Empfindlich-keit, Trigger-Art Flanke, Frequenzzähler, typisch	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*	*TDS1001B, 1002B, 1012B, 2002B, 2004B, 2012B, 2014B*	*TDS2022B, 2024B*
	DC	EXT.	300 mV von DC bis 100 MHz[1]	300 mV von DC bis 100 MHz[1] 500 mV von 100 MHz bis 200 MHz[1]
		EXT/5	1,5 V von DC bis 100 MHz[1]	1,5 V von DC bis 100 MHz[1] 3 V von 100 MHz bis 200 MHz[1]
		CH1, CH2, CH3[2], CH4[2]	1.5 div von DC bis 10 MHz[1] 3 div von 10 MHz bis voll	
Trigger-Empfindlich-keit, Trigger-Art Flanke, typisch	*Kopplung*	*Empfindlichkeit*		
	Wechselstrom	Wie bei DC mit 50 Hz und mehr		
	NOISE reject	Senkt die DC-gekoppelte Triggerempfindlichkeit bei > 10 mV/div bis 5 V/div um das 2fache.		
	HF reject	Wie bei der DC-gekoppelten Grenze von DC bis 7 kHz, dämpft Signale über 80 kHz.		
	LF reject	Wie bei den DC-gekoppelten Grenzen für Frequenzen über 300 kHz, dämpft Signale unter 300 kHz.		

Tabelle 5: Triggerspezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung	
Triggerpegel-Genauigkeit, typisch	*Quelle*	*Bereich*
	CH1, CH2, CH3 [2], CH4 [2]	±8 Skalenteile ab Bildschirmmitte
	EXT	± 1,6 V
	EXT/5	± 8 V
	Netz	Kann nicht festgelegt werden
Triggerpegel-Genauigkeit, typisch	Genauigkeit gilt für Signale mit Anstiegs- und Abfallzeiten ≥ 20 ns	
	Quelle	*Genauigkeit*
	Intern	±0,2 div × Volt/div innerhalb von ±4 Skalenteilen von Bildschirmmitte
	EXT.	±(6 % der Einstellung + 40 mV)
	EXT/5	±(6 % der Einstellung + 200 mV)
PEGEL AUF 50 % SETZEN, typisch	Betrieb mit Eingangssignalen ≥ 50 Hz	
Standardeinstellung, Videotrigger	AC-Kopplung und automatischer Modus, außer bei Einzelfolgeerfassung	
Empfindlichkeit, Trigger-Art Video, typisch	Composite-Videosignal	
	Quelle	*Bereich*
	Intern	Uss-Amplitude von 2 Skalenteilen
	EXT.	400 mV
	EXT/5	2 V
Signalformate und Halbbildraten, Triggerart Video	Unterstützt die TV- und Videonormen NTSC, PAL und SECAM für jedes Halbbild und jede Zeile.	
Holdoff-Bereich	500 ns bis 10 s	

Tabelle 5: Triggerspezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung
Impulsbreiten-Triggermodi	Triggerung, wenn < (kleiner als), > (größer als), = (gleich) oder ≠ (ungleich); positiver oder negativer Impuls
Impulsbreiten-Triggerpunkt	Gleich: Das Oszilloskop triggert, wenn die fallende Flanke des Impulses den Triggerpegel durchläuft. Ungleich: Ist der Impuls schmaler als die angegebene Breite, wird die fallende Flanke als Triggerpunkt benutzt. Andernfalls triggert das Oszilloskop, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit. Kleiner als: Triggerpunkt ist die fallende Flanke. Größer als (wird auch als Timeout-Trigger bezeichnet): Das Oszilloskop triggert, wenn ein Impuls länger ist als die als Impulsbreite eingestellte Zeit.
Impulsbreitenbereich	Einstellbar zwischen 33 ns und 10 s
Impulsbreitenauflösung	16,5 ns oder 1 Teil pro Tausend, je nachdem, was breiter ist
Gleich Guard-Band	t > 330 ns: ±5 % ≤ Guard-Band < ±(5,1 % + 16,5 ns) t ≤ 330 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns
Ungleich Guard-Band	t > 330 ns: ±5 % ≤ Guard-Band < ±(5,1 % + 16,5 ns) 165 ns < t ≤ 330 ns: Guard-Band = -16,5 ns/+33 ns t ≤ 165 ns: Guard-Band = ± 16,5 ns
Triggerfrequenzzähler	
Auflösung der Messwertanzeige	6 Stellen
Genauigkeit (typisch)	±51 ppm einschließlich aller Frequenzreferenzfehler und ±1 Zählfehler

Tabelle 5: Triggerspezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung
Frequenzbereich	AC-gekoppelt, mindestens 10 Hz der Nennbandbreite
Signalquelle	Impulsbreiten- oder Flanken-Triggermodi: aller verfügbaren Triggerquellen Der Frequenzzähler misst die Triggerquelle im Impulsbreiten- bzw. Flankenmodus ständig, auch dann, wenn die Signalerfassung aufgrund einer Änderung des Betriebsstatus angehalten oder die Erfassung eines Einzelschussereignisses abgeschlossen wird. Impulsbreiten-Triggermodus: Das Oszilloskop misst Impulse hinreichender Größe, die als triggerbare Ereignisse gelten, im 250 ms-Messfenster, z.B. schmale Impulse in einer PWM-Impulsfolge, wenn der <-Modus ausgewählt und die Breite auf einen relativ kleinen Wert eingestellt wurde. Flankentriggermodus: Das Oszilloskop misst alle Flanken mit hinreichender Größe und der richtigen Polarität. Video-Triggermodus: Der Frequenzzähler ist außer Betrieb.

[1] Bei einem 1fach-Tastkopf verringert sich die Bandbreite auf 6 MHz.

[2] Nur bei 4-Kanal-Oszilloskopen verfügbar.

Tabelle 6: Messungsspezifikationen

Eigenschaft	Beschreibung
Cursor	Amplitudendifferenz zwischen Cursorn (ΔV, ΔA oder ΔVA) Zeitunterschied zwischen Cursorn (Δt) Kehrwert von Δt in Hertz (1/ Δt)
Automatische Messungen	Frequenz, Periode, Mittelwert, Uss, Zyklus-Effektivwert, Min, Max, Anstiegszeit, Abfallzeit, +Pulsbreite, -Pulsbreite

Tabelle 7: Allgemeine Spezifikationen

Eigenschaft	Beschreibung
Anzeige	
Anzeigetyp	LCD mit 5,7-Zoll (145 mm) Bildschirmdiagonale
Auflösung der Anzeige	320 horizontale x 240 vertikale Pixel
Anzeigekontrast	Einstellbar, temperaturkompensiert

Tabelle 7: Allgemeine Spezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung	
Intensität der Hintergrundbeleuchtung, typisch [1]	65 cd/m^2	
Tastkopfkompensatorausgang		
Ausgangsspannung, typisch	5 V bei einer Last von ≥ 1 MΩ	
Frequenz, typisch	1 kHz	
Stromversorgung		
Stromspannung	100 - 240 VAC$_{eff}$ (± 10 %) 50/60 Hz 115 VAC$_{eff}$ (± 10 %) 400 Hz (± 10 %)	
Stromverbrauch	Unter 30 W	
Sicherung	1 A, T Auslegung, 250 V	
Umgebung		
Belastungsgrad	Belastungsgrad 2 [2]. Nur für Innenräume vorgesehen. Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind.	
Temperatur	Betrieb	0 °C bis +50 °C
	Nicht in Betrieb	-40 °C bis 71 °C
Kühlungsart	Konvektion	
Luftfeuchtigkeit	+40° C oder darunter	≤ 85 % relative Luftfeuchtigkeit
	41 °C bis +50 °C	≤ 45 % relative Luftfeuchtigkeit
Höhe über NN	3.000 m	
Erschütterungen	Betrieb	0,31 g_{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse
	Nicht in Betrieb	2,46 g_{eff} von 5 Hz bis 500 Hz, 10 Minuten pro Achse
Mechanische Stöße	Betrieb	50 g, 11 ms, Halbsinus
Abmessungen		

Tabelle 7: Allgemeine Spezifikationen, (Fortsetzung)

Eigenschaft	Beschreibung	
Größe	Höhe	158,0 mm
	Breite	326,3 mm
	Tiefe	124,1 mm
Gewicht (ca.)	Nur das Gerät	2,0 kg
Einstellungsintervall (Werkskalibrierung)		
Das Gerät sollte einmal im Jahr kalibriert werden.		

1 Regulierbar über das Menü Anzeige.

2 Gemäß Definition in IEC 61010-1:2001.

Zertifizierungen und Konformität des Oszilloskops

EC-Konformitätserklärung – Niederspannung

Entspricht der Richtlinie 89/336/EEC für Elektromagnetische Verträglichkeit. Die Kompatibilität bezieht sich auf die folgenden Spezifikationen, die im Amtsblatt der Europäischen Union veröffentlicht wurden:

EN 61326. EMV-Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Regel- und Laborgeräte für Klasse A.

- EN 61000-4-2. Prüfung der Störfestigkeit gegen die Entladung statischer Elektrizität (Leistungskriterium B)
- EN 61000-4-3. Prüfung der Störfestigkeit gegen hochfrequente elektromagnetische Felder (Leistungskriterium A)
- EN 61000-4-4. Prüfung der Störfestigkeit gegen schnelle transiente elektrische Störgrößen/Burst (Leistungskriterium B)
- EN 61000-4-5. Prüfung der Störfestigkeit gegen Stoßspannungen (Leistungskriterium B)
- EN 61000-4-6. Störfestigkeit gegen leitungsgeführte Störgrößen (Leistungskriterium A)
- EN 61000-4-11. Prüfung der Störfestigkeit gegen Spannungseinbrüche, Kurzzeitunterbrechungen und Spannungsschwankungen (Leistungskriterium B)

EN 61000-3-2, Grenzwerte für Oberschwingungsströme [1]

EN 61000-3-3. Spannungsänderungen, -schwankungen und und -Flicker

1 Diesen Standard überschreitende Emissionen sind möglich, wenn das Gerät an ein Testobjekt angeschlossen ist.

EMV/Konformitätserklärung für Australien / Neuseeland

Entspricht gemäß der/den folgenden Norm(en) der EMV-Bestimmung des Funkkommunikationsgesetzes:

- AS/NZS 2064.1/2. Industrielle, wissenschaftliche und medizintechnische Ausrüstungen 1992

EMV-Kompatibilität

Entspricht der Richtlinie 89/336/EEC für Elektromagnetische Verträglichkeit bei Verwendung mit dem/den in der Spezifikationstabelle aufgeführten Gerät(en) Lesen Sie in den für die angegebenen Geräte veröffentlichten EMV-Spezifikationen nach. Entspricht bei Verwendung mit anderen Geräten möglicherweise nicht der Direktive.

FCC-Kompatibilität

Die Emissionen entsprechen den Bestimmungen der FCC Code of Federal Regulations 47,Teil 15, Abschnitt B, Klasse A.

Russische Föderation

Die Einhaltung aller zutreffenden EMV-Normen für dieses Produkt wurde vom GOST-Ministerium in Russland zertifiziert.

EC-Konformitätserklärung – Niederspannung

Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABI) veröffentlicht wurden:

Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG entsprechend der Fassung 93/68/EWG:

- EN 61010-1:2001. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Regel- und Laborgeräte.
- EN 61010-2-031:2002. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Liste der in den USA landesweit anerkannten Testlabore

- UL 61010B-1:2004, 2. Auflage. Standard für elektrische Mess- und Prüfgeräte
- UL 61010B-2-031:2003. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Kanadische Zertifizierung

- CAN/CSA C22.2 No. 61010-1-04. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Regel- und Laborgeräte Teil 1.
- CAN/CSA C22.2 No. 61010-2-031:1994. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Zusätzliche Konformitäten

- IEC 61010-1:2001. Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Regel- und Laborgeräte.
- EEC 61010-2-031:2002. Besondere Anforderungen an elektrische Mess- und Prüfgeräte mit Handprüfköpfen

Ausrüstungstyp

Prüf- und Messgeräte.

Sicherheitsklasse

Klasse 1 – geerdetes Gerät

Beschreibung des Belastungsgrads

Ein Messwert für die Verunreinigungen, die in der Umgebung um und innerhalb des Geräts auftreten können. Normalerweise wird die interne Umgebung im Inneren eines Geräts als identisch mit der externen Umgebung betrachtet. Geräte sollten nur in der für sie vorgesehenen Umgebung eingesetzt werden.

- Belastungsgrad 1. Keine Verunreinigung oder nur trockene, nichtleitende Verunreinigung. Erzeugnisse dieser Kategorie sind vollständig gekapselt, hermetisch abgeschlossen oder befinden sich in sauberen Räumen.
- Belastungsgrad 2. Normalerweise treten nur trockene, nichtleitende Verunreinigungen auf. Gelegentlich muss mit zeitweiliger Leitfähigkeit durch Kondensation gerechnet werden. Dies ist die typische Büro- oder häusliche Umgebung. Zeitweilige Kondensation tritt nur auf, wenn das Gerät außer Betrieb ist.
- Belastungsgrad 3. Leitende Verunreinigungen oder trockene, nichtleitende Verunreinigungen, die durch Kondensation leitfähig werden. Dies sind abgeschirmte Orte, an denen weder Temperatur noch Feuchtigkeit kontrolliert werden. Dieser Bereich ist vor direkter Sonneneinstrahlung, Regen und direkter Windbelastung geschützt.
- Belastungsgrad 4. Verunreinigungen, die bleibende Leitfähigkeit durch Strom leitenden Staub, Regen oder Schnee verursachen. Typischerweise im Freien.

Beschreibungen der Installationskategorie (Überspannung)

Die Anschlüsse an diesem Gerät weisen unter Umständen unterschiedliche Bezeichnungen für die Installationskategorie (Überspannung) auf. Die Installationskategorien sind:

- Messungskategorie II (CAT II). Für Messungen, die an Systemen durchgeführt werden, die direkt mit einer Niederspannungsanlage verbunden sind (Stromnetz).
- Messungskategorie I (CAT I). Für Messungen in Stromkreisen, die nicht direkt an das Stromnetz angeschlossen sind.

Spezifikationen zum Tastkopf P2200

Spezifikationen zum Tastkopf P2200

Elektrische Kennzahlen	Position 10fach	
Bandbreite	DC bis 200 MHz	
Dämpfungsverhältnis	10:1 ± 2 %	
Kompensationsbereich	15 pF-25 pF	
Eingangswiderstand	10 M Ω ± 3 % bei DC	
Eingangskapazität	13,0 pF-17,0 pF	
Anstiegszeit, typisch	<2,2 ns	
Maximale Eingangsspannung[1] zwischen Spitze (Signal) und der Referenzleitung	**Position 10fach**	**Position 1fach**
	300 V_{eff} CAT II bzw. 300 V DC CAT II	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II
	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II	100 V_{eff} CAT III oder 100 V DC CAT III
	420 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW	210 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW
	670 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW	330 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW

Spezifikationen zum Tastkopf P2200

	300 V_{eff};Leistungsminderung bei 20 dB/Dekade über 900 kHz bis 13 V Spitzenwert AC bei 3 MHz und darüber. Bei Nicht-Sinuskurven muss der Spitzenwert kleiner als 450 V sein. Eine Abweichung über 300 V sollte nicht länger als 100 ms dauern. Effektivwert-Signalpegel einschließlich jeglicher mittels AC-Kopplung herausgefilterter Gleichstromanteile müssen auf 300 V beschränkt werden, da das Oszilloskop bei Überschreitung dieser Werte beschädigt werden kann. Lesen Sie unter *Überspannungskategorie* weiter unten in dieser Tabelle nach.	
Maximale Eingangsspannung[1] zwischen Spitze (Signal) und der Erdung	**Position 10fach**	**Position 1fach**
	300 V_{eff} CAT II bzw. 300 V DC CAT II	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II
	150 V_{eff} CAT II bzw. 150 V DC CAT II	100 V_{eff} CAT III oder 100 V DC CAT III
	420 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW	210 V Spitzenwert, <50 % DF, <1 s PW
	670 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW	330 V Spitzenwert, <20 % DF, <1 s PW

1 Gemäß Definition in IEC61010-1: 2001.

Zertifizierungen und Konformität von P2220-Tastköpfen

Höchstspannung zwischen Referenzleitung und Erdung	30 V[1]

EC-Konformitäts-erklärung	Die Konformität wurde entsprechend den folgenden Spezifikationen nachgewiesen, die im Amtsblatt der Europäischen Gemeinschaften (ABI) veröffentlicht wurden: Niederspannungsrichtlinie 73/23/EWG entsprechend der Fassung 93/68/EWG:	
	EN 61010-1 2001 EN 61010-2-031 2003	Anforderungen an die Sicherheit elektrischer Mess-, Regel- und Laborgeräte Besondere Anforderungen für Handheld-Tastköpfe zur elektrischen Messung und Prüfung
Überspannungs-kategorie	Kategorie	Produktbeispiele für diese Kategorie
	CAT III (Kategorie III) CAT II (Kategorie II) CAT I (Kategorie I)	Verteilerebene, feste Installationen Lokale Ebene, Geräte, tragbare Ausrüstung Signalebene in Sondergeräten oder -geräteteilen, Telekommunikationseinrichtungen, Elektronik
Belastungsgrad	Belastungsgrad 2 [2]. Nur für Innenräume vorgesehen. Das Gerät darf nicht in Umgebungen betrieben werden, in denen leitende Verunreinigungen vorhanden sind.	
Sicherheit	UL61010-1, 2004 & UL61010B-2-031, 2003 CAN/CSA 22.22 No. 61010.1:2004 CAN/CSA 22.22 No. 61010-2-031: IEC61010-031: 2001 EN61010-031: 2001	
Umweltschutzkennzahlen		
Temperatur	Betrieb	0 °C bis 50 °C (32 °F bis 122 °F)
	Nicht in Betrieb	-40 °C bis 71 °C (-40 °F bis +159,8 °F)
Kühlungsart	Konvektion	

Luftfeuchtigkeit	40 °C oder darunter	≤ 90 % relative Luftfeuchtigkeit
	41 °C bis +50 °C	≤ 60 % relative Luftfeuchtigkeit
Höhe über NN	Betrieb	3.000 m
	Nicht in Betrieb	15.000 m

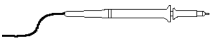
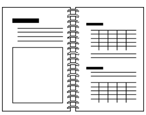
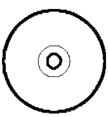
[1] Gemäß Definition in IEC 61010-1:2001.

[2] Gemäß Definition in IEC 60529. 2001.

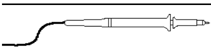
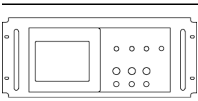
Anhang B: Zubehör

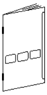
Über ein Tektronix-Regionalbüro in Ihrer Nähe können Sie sämtliches Zubehör beziehen.

Standardzubehör

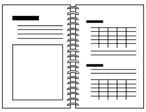
	**Passiver 1fach- und 10fach-Spannungstastkopf P2220.** Die P2220-Tastköpfe verfügen über 6 MHz Bandbreite bei 150 V_{eff} CAT II, wenn der Schalter auf 1fach gestellt wurde, bzw. 200 MHz Bandbreite und 300 V_{eff} CAT II, wenn er auf 10fach gestellt ist. Eine Bedienungsanleitung für Tastköpfe ist beigefügt (nur auf Englisch).
	**Benutzerhandbuch für die Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B.** Ein Benutzerhandbuch wird mit dem Gerät zusammen ausgeliefert. Eine Liste aller verfügbaren Handbuchsprachen finden Sie unter „Optionales Zubehör“.
	**CD-ROM mit PC-Kommunikationssoftware.** Die PC-Kommunikationssoftware ermöglicht die einfache Übertragung von Daten vom Oszilloskop auf einen PC.

Optionales Zubehör

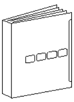
	**P6101B Passiver 1fach-Spannungstastkopf.** Der Tastkopf P6101B verfügt über 15 MHz Bandbreite mit einer Nennspannung von 300 V_{eff} CAT II.
	**19-Zoll-Adapter-Kit RM2000B** Mit dem 19-Zoll-Adapter-Kit RM2000B können Sie die Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B bequem in ein 19-Zoll-Industriegehäuse einsetzen. Hierzu ist eine Höhe von 18 cm im 19-Zoll-Gestell erforderlich. Über die Vorderseite des Gestells lässt sich das Oszilloskop ein- und ausschalten. Das Gestell bietet keine Einschubfunktion, lässt sich also nicht herausziehen.



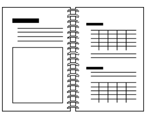
Anleitung zum 1fach-, 10fach-Tastkopf P2220
Die Anleitung zum Tastkopf P2220 (071-1464-XX, Englisch) bietet Informationen zum Tastkopf und zum Tastkopfzubehör.



Programmieranleitung für die Digitaloszilloskope der Serie TDS200, TDS1000/2000, TDS1000B/2000B und TPS2000 Die Programmieranleitung (071-1075-XX, Englisch) enthält Informationen über Befehle und Syntax.



Servicehandbuch für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B. Das Servicehandbuch (071-1075-XX, Englisch) enthält Informationen zur Reparatur des Geräts auf Modulebene.



Benutzerhandbücher für die Digitalspeicher-Oszilloskope der Serie TDS1000B und TDS2000B. Das Benutzerhandbuch ist in den folgenden Sprachen erhältlich:

Englisch 071-1817-XX

Französisch 071-1818-XX

Italienisch 071-1819-XX

Deutsch 071-1820-XX

Spanisch 071-1821-XX

Japanisch 071-1822-XX

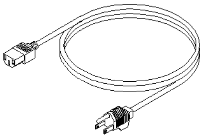
Portugiesisch 071-1823-XX

Chinesisch (vereinfacht) 071-1824-XX

Chinesisch (traditionell) 071-1825-XX

Koreanisch 071-1826-XX

Russisch 071-1827-XX



Internationale Netzkabel. Zusätzlich zu dem zusammen mit Ihrem Oszilloskop gelieferten Netzkabel können Sie folgende Kabel bestellen:

Option A0, Nordamerika 120 V, 60 Hz 161-0066-00

Option A1, Europa 230 V, 50 Hz 161-0066-09

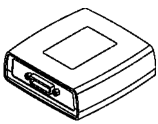
Option A2, Vereinigtes Königreich 230 V, 50 Hz 161-0066-10

Option A3, Australien 240 V, 50 Hz 161-0066-11

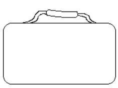
Option A5, Schweiz 230 V, 50 Hz 161-0154-00

Option A10, China 220 V, 50 Hz 161-0304-00

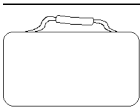
Option A11, Indien 230 V, 50 Hz 161-4000-00



TEK-USB-488-Adapter. Mithilfe eines GPIB-Adapters können Sie das Oszilloskop an einen GPIB-Controller anschließen.



Tasche. Die Transporttasche (AC2100) schützt das Oszilloskop vor Beschädigungen und bietet Stauraum für Tastköpfe, Netzkabel und Handbücher.



Transportkoffer Der robuste Transportkoffer (HCTEK4321) für unterwegs schützt das Oszilloskop vor Stößen, Erschütterungen, Vibrationen und Feuchtigkeit. Die passende Tasche kann bequem im Transportkoffer untergebracht werden.

Anhang C: Reinigung

Allgemeine Pflege

Bewahren Sie das Oszilloskop nicht an einem Ort auf, an dem die LCD-Anzeige über einen längeren Zeitraum direktem Sonnenlicht ausgesetzt ist.

⚠ ***VORSICHT.*** *Um eine Beschädigung des Oszilloskops und der Tastköpfe zu vermeiden, verwenden Sie keine Sprays, Flüssigkeiten oder Lösungsmittel zur Reinigung.*

Reinigung

Reinigen Sie das Oszilloskop und die Tastköpfe so oft, wie es die Betriebsbedingungen vorschreiben. Zur Reinigung der Oszilloskopoberfläche gehen Sie wie folgt vor:

1. Entfernen Sie den Staub außen am Oszilloskop und an den Tastköpfen mit einem fusselfreien Lappen. Gehen Sie vorsichtig vor, um den Anzeigefilter aus Klarglas nicht zu zerkratzen.
2. Verwenden Sie einen mit Wasser befeuchteten weichen Lappen zur Reinigung. Bei stärkerer Verschmutzung können Sie auch eine wässerige Lösung mit 75 % Isopropylalkohol verwenden.

⚠ ***VORSICHT.*** *Um Beschädigungen der Oszilloskop- oder Tastkopfoberfläche zu vermeiden, verwenden Sie keine ätzenden oder chemischen Reinigungsmittel.*

Anhang D: Standardeinstellung

In diesem Anhang werden die Optionen, Tasten und Bedienelemente erläutert, bei denen sich die Einstellungen durch Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG verändern. Auf der letzten Seite dieses Anhangs sind die Einstellungen aufgelistet, die sich nicht ändern.

HINWEIS. *Beim Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG zeigt das Oszilloskop das Signal auf CH 1 an und löscht alle anderen Signale.*

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
ERFASSUNG	(drei verfügbare Modi)	Abtastwert
	Mittelwerte	16
	RUN/STOP	ausführen
BEREICH	Bereich	Aus
	Modus	Vertikal und horizontal
CURSOR	Typ	Aus
	Quelle	CH1
	Horizontal (Amplitude)	+/- 3,2 divs
	Vertikal (Zeit)	+/- 4 divs
DISPLAY	Typ	Interpol.
	Nachleuchten	Aus
	Format	YT
HORIZONTAL	Fenster	Hauptzeitbasis
	Trigger	Pegel
	POSITION	0,00 s
	SEC/DIV	500 ms
	Zoombereich	50 ms

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
MATH	Operation	-
	Quellen	CH1 - CH2
	Position	0 divs
	Vertikale Skala	2 V
	FFT-Operation: Quelle Fenster FFT-Zoom	CH1 Hanning X1
MESSUNG (alle)	Quelle	CH1
	Typ	Kein
TRIGGER (allgemein)	Typ	Flanke
	Quelle	CH1
TRIGGER (Flanke)	Flanke	Positiv
	Modus	Auto
	Kopplung	DC
	PEGEL	0,00 V
TRIGGER (Video)	Polarität	Normal
	Synchronisation	Alle Zeilen
	Standard	NTSC
TRIGGER (Impuls)	Wenn	=
	Impulsbreite	1,00 ms
	Polarität	Positiv
	Modus	Auto
	Kopplung	DC

Menü oder System	Option, Taste oder Drehknopf	Grundeinstellung
Vertikalsystem, alle Kanäle	Kopplung	DC
	Bandbreite	Voll
	Volt/Div	Grob
	Tastkopf	Spannung
	Spannungstastkopf-dämpfung	10fach
	Stromtastkopfskala	10 A/V
	Invertierung	Aus
	POSITION	0,00 divs (0,00 V)
	VOLT/DIV	1,00 V

Folgende Einstellungen werden bei Drücken der Taste GRUNDEINSTELLUNG nicht zurückgesetzt:

- Sprachoption
- Gespeicherte Einstellungen
- Gespeicherte Referenzsignale
- Anzeigekontrast
- Kalibrierdaten
- Druckereinstellung
- GPIB-Einstellung
- Tastkopfeinstellung (Typ und Dämpfungsfaktor)
- Datum und Uhrzeit
- Aktuelles Verzeichnis auf dem USB-Flash-Laufwerk

Anhang E: Schriftartlizenzen

Die folgenden Lizenzabkommen gelten für die asiatischen Schriftarten, die in den Oszilloskopen der Serie TDS1000B and TDS2000B Verwendung finden.

Adresse für Schriftverkehr: P.O.Box 8718, Beijing, China 100080.

Sie dürfen diese Software und die dazugehörige Dokumentation für beliebige Zwecke und ohne jedwede Gebühr verwenden, kopieren, verändern und verbreiten, sofern Sie den obenstehenden Urheberrechtshinweis in Kopien der Software und dieser Urheberrechtshinweis und dieser Berechtigungshinweis in der Dokumentation enthalten ist. Der Name des "Institute of Software, Academia Sinica" darf nur nach ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung in Werbemaßnahmen oder Veröffentlichung bezüglich des Vertriebs dieser Software genannt werden. Das Institute of Software, Academia Sinica, gewährleistet keine Eignung dieser Software zu jeglichem Zweck. Sie wird im Ist-Zustand ohne vertragliche oder gesetzliche Gewährleistung zur Verfügung gestellt.

DAS INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, SCHLIESST DIE GEWÄHRLEISTUNG DER HANDELSGÄNGIGKEIT UND DER EIGNUNG DIESER SOFTWARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK AUS. DAS INSTITUTE OF SOFTWARE, ACADEMIA SINICA, HAFTET IN KEINEM FALL FÜR KONKRETE UND MITTELBARE SCHÄDEN, ZUFÄLLIGE SCHÄDEN, FORDERUNGEN AUS GESETZLICH FESTGELEGTEN SCHADENSERSATZANSPRÜCHEN ODER FOLGESCHÄDEN JEGLICHER ART, DIE IN VERBINDUNG MIT DIESER SOFTWARE ENTSTEHEN.

Hwan Design erteilt gemäß der Eigentumsrechte hiermit die Erlaubnis, die 4 Baekmuk TrueType Outline-Schriftarten zu jeglichem Zweck und ohne Einschränkung zu verwenden, kopieren, verändern, verkaufen, verbreiten sowie Unterlizenzen dafür zu vergeben, solange dieser Hinweis auf allen Kopien dieser Schriftarten vollständig vorhanden ist und die Marke der Hwan Design Int. wie unten gezeigt auf allen Kopien der 4 Baekmuk TrueType-Schriftarten anerkannt wird.

BAEKMUK BATANG ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc. BAEKMUK GULIM ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc. BAEKMUK DOTUM ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc. BAEKMUK HEADLINE ist eine eingetragene Marke der Hwan Design Inc.

Weiterverbreitung in kompilierter oder nichtkompilierter Form, mit oder ohne Veränderung, sind unter den folgenden Bedingungen zulässig:

- Weiterverbreitete nichtkompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht im Sourcecode enthalten:
- Weiterverbreitete kompilierte Exemplare müssen das obere Copyright, die Liste der Bedingungen und den folgenden Verzicht in der Dokumentation und/oder anderen Materialien, die mit dem Exemplar verbreitet werden, enthalten.
- Weder der Name des Teams noch die Namen der Beitragsleistenden dürfen zum Kennzeichnen oder Bewerben von Produkten, die von dieser Schriftart abgeleitet wurden, ohne spezielle vorherige schriftliche Genehmigung verwendet werden.

DIESE SCHRIFTARTEN WERDEN IM IST-ZUSTAND VOM TEAM UND DEN MITWIRKENDEN ZUR VERFÜGUNG GESTELLT. ES WIRD KEINE VERTRAGLICHE ODER GESETZLICHE GEWÄHRLEISTUNG ÜBERNOMMEN, EINSCHLIESSLICH ABER NICHT AUSSCHLIESSLICH DER GESETZLICHEN GEWÄHRLEISTUNG DER HANDELSEIGNUNG ODER DER EIGNUNG FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. DIESE SOFTWARE WIRD VOM TEAM UND DEN BEITRAGSLEISTENDEN OHNE JEGLICHE SPEZIELLE ODER IMPLIZIERTE GARANTIEN ZUR VERFÜGUNG GESTELLT, DIE UNTER ANDEREM EINSCHLIESSEN: DIE IMPLIZIERTE GARANTIE DER VERWENDBARKEIT DER SOFTWARE FÜR EINEN BESTIMMTEN ZWECK. AUF KEINEN FALL SIND DIE VERWALTUNGSRÄTE ODER DIE BEITRAGSLEISTENDEN FÜR IRGENDWELCHE DIREKTEN, INDIREKTEN, ZUFÄLLIGEN, SPEZIELLEN, BEISPIELHAFTEN ODER FOLGENDEN SCHÄDEN (UNTER ANDEREM VERSCHAFFEN

VON ERSATZGÜTERN ODER -DIENSTLEISTUNGEN; EINSCHRÄNKUNG DER NUTZUNGSFÄHIGKEIT; VERLUST VON NUTZUNGSFÄHIGKEIT; DATEN; PROFIT ODER GESCHÄFTSUNTERBRECHUNG), WIE AUCH IMMER VERURSACHT UND UNTER WELCHER VERPFLICHTUNG AUCH IMMER, OB IN VERTRAG, STRIKTER VERPFLICHTUNG ODER UNERLAUBTE HANDLUNG (INKLUSIVE FAHRLÄSSIGKEIT) VERANTWORTLICH, AUS WELCHEM WEG SIE AUCH IMMER DURCH DIE BENUTZUNG DIESER SOFTWARE ENTSTANDEN SIND, SOGAR, WENN SIE AUF DIE MÖGLICHKEIT EINES SOLCHEN SCHADENS HINGEWIESEN WORDEN SIND.

Index

A

B

C

D

E

F

G

H

I

K

L

M

N

S

T

W

X

Y

Z